DIE

VERWERTUNG DES MILCHZUCKERS

IM

TIERISCHEN ORGANISMUS.

HABILITATIONS-SCHRIFT

VERFASST UND DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FACULTÄT

DER

K. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER VENIA DOCENDI

VORGELEGT VON

DR. PHIL. ET MED. GEORG SOMMER.

WÜRZBURG.
DRUCK DER KGL. UNIVERSITÄTSDRUCKEREI VON H. STÜRTZ.
1899.

DIE

VERWERTUNG DES MILCHZUCKERS

IM

TIERISCHEN ORGANISMUS.

HABILITATIONS-SCHRIFT

VERFASST UND DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FACULTÄT

DER

K. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER VENIA DOCENDI

VORGELEGT VON

DR. PHIL. ET MED. GEORG SOMMER.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

WÜRZBURG.
DRUCK DER KGL. UNIVERSITÄTSDRUCKEREI VON H. STÜRTZ.
1899.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549806_0122

Inhalt.

I. Die Assimilationsbedingungen für den Milchzucker 5
1. Der Milchzucker als Nahrungsbestandteil im Allgemeinen . . 5
2. Die Spaltung des Milchzuckers im Tierkörper 7
3. Die Spaltungsprodukte des Milchzuckers 10
II. Versuche über die Assimilation des Milchzuckers, respektive seiner Spaltungsprodukte 16
1. Vergleichende Versuche über den Einfluss verschiedener Zucker auf den Stoffwechsel hungernder Kaninchen 16
a) Versuchstechnik und Versuchsbedingungen 16
b) Allgemeine Besprechung der Versuche 19
c) Die Versuche im Einzelnen (7 Tafeln) 23
2. Glykogenversuche 41
a) Versuchstechnik 41
b) Die Versuche im Einzelnen 42
III. Schlusswort 54

I. Die Assimilationsbedingungen für den Milchzucker.

1. Der Milchzucker als Nahrungsbestandteil im Allgemeinen.

Es ist erwiesen, dass der Organismus des höheren Tieres, auch des von der Kohlehydratzufuhr nicht abhängigen Fleischfressers, seinen Bestand an Zucker direkt aus dem Kohlehydrat der dargebotenen Nahrung zu ersetzen vermag, obgleich ihm in dieser in der Regel fremde, nicht ohne weiteres verwendbare Zuckerarten zugeführt werden. Der Kohlehydratbestand der in Frage kommenden Tierleiber beschränkt sich bekanntlich im wesentlichen auf einen einfachen, im Blute gelösten, streng an eine obere Gehaltsgrenze gebundenen Zucker, die Dextrose, und ein durch anhydrische Vereinigung aus mehreren Dextrosemolekulen entstandenes Polysaccharid, das Glykogen, als in den Zellen aufgespeichertes Reservematerial [1]). Gerade diese beiden Zucker werden aber in der Nahrung nie in nennenswerter Menge dargeboten; vielmehr sind die hauptsächlichen Kohlehydrate derselben Doppelzucker, wie Rohrzucker, Milchzucker, Maltose und der das Glykogen an Molekulargrösse etwa elfmal [2]) übertreffende kolloide Zucker: Stärke. Sollen also die Nahrungszucker zu Bestandteilen des Körpers werden, sich diesem assimilieren, so müssen sie eine

---

[1]) Hierzu kommen noch in gewissem Sinne das Chondrosin (Schmiedeberg) und das Cerebrin (Thierfelder).

[2]) cf. Lintner und Düll „Über den Abbau der Stärke etc." Ber. d. d. chem. Ges. 26c, 1893, p. 2544.

Verwandlung durchmachen und hieraus ergibt sich die allgemeine Frage, wo und mit welchen Mitteln sich diese im Tierkörper vollzieht? Diese Verwandlung bedeutet Spaltung der gepaarten und vielfachen Zucker einerseits und andererseits Umlagerung hierdurch erzielter einfacher Zuckermolekule, wo das Produkt der Spaltung nicht schon, wie bei der Stärke, resp. Maltose der verlangte Zucker, nämlich Dextrose ist. Jene Spaltungen wird man zunächst unbedenklich in den Verdauungskanal verlegen; dass in demselben Rohrzucker invertiert[1]), Stärke durch Ptyalin in die Dextrine und aus diesen über Isomaltose in Maltose und diese wieder in ihre zwei Traubenzuckermolekule[2]) gespalten wird, ist zweifellos; aber weniger leicht ist der negative Satz zu beweisen, dass nämlich diese Zerlegungen und Hydratationen nicht auch an anderen Orten des Körpers bewirkt werden können. — Der Rohrzucker freilich bleibt ungespalten und verlässt den Körper quantitativ, wenn man ihn mit Umgehung des Darmkanals einverleibt. Das haben C. Voit[3]) und seine Schüler am Kaninchen und Fritz Voit[4]) in besonders vollständiger Weise am Menschen dargethan; ebenso ist es unter Gürbers Leitung von Bier[5]) zur Evidenz gebracht worden, während E. Fischer und Niebel[6]) den ergänzenden Beleg aus der Wirkungslosigkeit des Blutserums der verschiedensten Tiere auf Saccharose dazu lieferten. Dagegen wird, wie aus Bial-Röhmanns[7]) und E. Fischers[8]) Versuchen in vitro und aus Fritz Voits Injektionsversuchen am Menschen[9]) in Bestätigung

---

[1]) cf. Miura, Zeitschr. f. Biol. 32, p. 266, 1895 und Köbners Prioritätsreklamation ebendort, die auf eine Arbeit aus dem Jahre 1859 zurückgreift.

[2]) cf. u. a. Lintner und Düll l. c. — Külz und Vogel „Welche Zuckerarten entstehen bei dem durch tierische Fermente bewirkten Abbau der Stärke und des Glykogen?“ Z. f. Biol. 31, p. 108, 1895.

[3]) C. Voit über die Glykogenbildung nach Aufnahme verschiedener Zuckerarten. Z. f. Biol. 28, p. 245, 1892.

[4]) „Das Verhalten verschiedener Zuckerarten im menschlichen Organismus.“ Ziemssens Arch. 58, p. 541, 1897.

[5]) Diss. Würzburg.

[6]) Sitzungsber. d. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 30. Jan. 1896.

[7]) „Über die diastatische Wirkung des Blut- und Lymphserums. Pflüg. Arch. 52, p. 137, 1892.

[8]) l. c. — [9]) l. c.

einer schon von Claude Bernard und Magendie ausgesprochenen Ansicht hervorgeht, vom Serum des Blutes und der Lymphe Maltose gespalten und die Stärke ebenfalls in ihre Dextroseelemente übergeführt. Ebenso wird Glykogen ausserhalb des Verdauungskanals im Körper gespalten und verwertet. — Man sieht also: wenn man unter dem eben eingenommenen Gesichtspunkt die letztgenannten Zucker, d. h. Maltose, Glykogen, Amylum, einerseits — mit Rohrzucker, zu dem man in dieser Beziehung den Milchzucker in eine Gruppe stellen muss, andererseits — vergleicht, so sind es die Vielfachen des Traubenzuckers, die auch ausserhalb des Verdauungskanals zerlegt werden können; dagegen die aus verschiedenartigen Molekulen zusammengesetzten Zucker, wie Rohr- und Milchzucker bedürfen der invertierenden Kräfte des Darmtraktus.

Vom Rohrzucker, mit welchem er soeben zusammengestellt wurde, unterscheidet sich nun aber der Milchzucker in mancher Rücksicht, und es ist aufmerksamer Beachtung wert, dass das einzige Kohlehydrat der normalen Säuglingsnahrung, welches zu diesem Zwecke besonders im mütterlichen Organismus hergestellt wird und quantitativ, wie qualitativ einen sehr erheblichen Teil der Nahrung einer ganzen Lebensperiode ausmacht[1]), sich in seinem Verhalten zum Körper von den anderen Nahrungszuckern entschieden abhebt und zunächst, d. h. für den augenblicklichen Stand der Erkenntnis, den Anschein erweckt, für die Assimilation demselben geradezu Schwierigkeiten zu bereiten.

2. Die Spaltung des Milchzuckers im Tierkörper.

Während der Rohrzucker im Verdauungskanal rasch und leicht invertiert wird, liegen für den Milchzucker Beobachtungen vor, dass die dort eingeführte Laktose überhaupt unzerlegt wieder vorgefunden wurde. In diesem Sinne berichtet Lusk in der be-

1) Der Gehalt der Milch an Laktose schwankt nicht nur zwischen den Säugetierarten, sondern auch zwischen den Individuen derselben Art bedeutend. Beim Menschen hat man minima um 4%, maxima um 8,5% (immer abgesehen von den ersten Tagen der Laktation) beobachtet, nach verschiedenen, bei v. Lippmann, Chemie der Zuckerarten p. 838, 1895 citirten Autoren.

kannten, klassischen C. Voitschen Sammelarbeit (l. c.) auf Grund einer alle Abschnitte des Magen-Darmkanals umfassenden Gährungsprüfung bei einem Kaninchen, das acht Stunden nach Aufnahme von 50 g Laktose per os getötet worden war; Pregl[4]) fand Darmsaft vom lebenden Schafe unwirksam auf Milchzucker; Dastre[2]) lenkt die Aufmerksamkeit auf die Parodoxie, welche darin liege, dass der Stoffwechselversuch einen Zucker unzweifelhaft als Nährmittel bestätige, welcher weder im Darm von den Verdauungssäften — vorausgesetzt, dass keine Mikroorganismen mit im Spiele sind —, noch auch irgendwo im Kreislauf zu assimilierbaren Zuckern zu zerfallen scheine. Selbstverständlich besteht diese Paradoxie nur für das noch mangelhafte Experiment; dass vielmehr thatsächlich der Organismus den Milchzucker zerlegt, hatte abgesehen vom Stoffwechselversuch und der apriorischen Wahrscheinlichkeit die Beobachtung von Troisiet und Bourquelot[3]) gezeigt, welche Dastre (l. c. p. 109) citiert. Die Genannten gaben einem Diabetiker Milchzucker, der dann fast quantitativ als Traubenzucker (NB. nicht als Traubenzucker und Galaktose) im Harne wieder erschien. Dies ist reichlich bekräftigt worden durch Fr. Voit[4]) am Menschen und Minkowski[5]) an dem des Pankreas beraubten Hunde.

Wenn nun die Spaltung des Milchzuckers weder von den verdauenden Sekreten, noch von invertierenden Kräften im Körper ausserhalb des Darmkanals erwartet werden kann, so bleibt nur die Darmwand, welche der Zucker durchtreten muss und, wie man bei jeder vergleichenden Laktose-Fütterung sehen kann, leichter unzersetzt durchtritt, als jeder andere der in Betracht kommenden Zucker, — als der Ort übrig, wo sein Molekul einem Angriff aus-

---

1) Über Gewinnung, Eigenschaften und Wirkung des Darmsaftes vom Schafe. Pflüg. Arch. 61, p. 401, 1895.

2) „Transformation du lactose dans l'organisme." Arch. de physiol. 1890. p. 103.

3) Compt. rend. Soc. biologique. 23. II. 1889.

4) „Über das Verhalten des Milchzuckers beim Diabetiker." Z. f. Biol. 28, p. 359, 1892.

5) „Untersuchungen über den Diabetes mellitus nach Exstirpation des Pankreas." Arch. f. exp. Path. 31, 160, 1893.

gesetzt sein kann. Der Darmepithelschicht diese Funktion zuzuschreiben, hält z. B. Neumeister[1]) für zulässig; und diese Annahme, zu der man fast gedrängt ist, hat auch die Ergebnisse einer Reihe von Versuchen auf ihrer Seite: Ein Dextrosazon wurde neben Lactosazon erzielt nach Einwirkung der Dünndarmschleimhaut eines während der Geburt verstorbenen Kindes auf Milchzucker[2]); Röhmann und Lappe[3]) stellten aus Jejunum vom Kalb, Rind, jungen und ausgewachsenen Hunde Organbreie dar, die sie unter Zusatz von Antisepticis bei 30° C Laktose digerieren liessen und erhielten überall Glykosazonkrystalle, ausgenommen beim Rinde. Ebenso fiel die Gährungsprobe positiv aus. Der zeitliche Ablauf des Spaltungsvorganges, gemessen an der Zunahme von gährendem Zucker bei gewogenen Mengen nach bestimmten Zeitabschnitten war der rascheste beim jungen Hunde (nach 6^h 13%, nach 24^h 27% der zugesetzten Laktose), dann kamen mit unter einander ähnlichen, niedereren Werten Kalb und ausgewachsener Hund, während das Organ des Rindes unwirksam blieb. — Der hiedurch angeregte Gedanke, es möchte das jugendliche Organ als solches die kräftigere Wirkung haben, hat angesichts der natürlichen Bestimmung des Milchzuckers etwas einleuchtendes; Fischer und Niebels Versuche mit wässerigen Dünndarmextrakten verschiedener und verschieden alter Tiere (l. c.) unterstützen ihn durch deutliche Ergebnisse. Ferner zeigt sich, besonders in den Versuchen der letztgenannten Autoren, dass, wie im Allgemeinen auf die mehrfachen Zucker, so besonders auf den Milchzucker der Chemismus der verschiedenen Tierarten recht abweichend, manchmal geradezu entgegengesetzt wirkt. Altersepoche, sowie Art des Tieres, werden also, wenn man jene Extraktversuche ins Leben übertragen will, in Betracht kommen. Mit Recht aber vermisst Fr. Voit[4]) bei diesen qualitativ ja ergebniss-

[1]) Handbuch der physiol. Chemie 1897, p. 331.

[2]) Pautz und Vogel „Über die Einwirkung der Magen- und Dünndarmschleimhaut auf einige Biosen etc.“ Z. f. Biol. 32, 304, 1895; Ber. d. d. chem. Ges. 32, 304.

[3]) „Über die Laktase des Dünndarms.“ Ber. d. d. chem. Ges. 28, 2506, 1895.

[4]) Ziemsens Arch. 58, p. 546.

reichen Proben den quantitativen Ausschlag, der beweisen würde, dass im Zeitraum einer Verdauungsperiode hinreichende Massen von Milchzucker der Hydrolyse in der Darmwand anheimfallen. — Immerhin wird man bei Versuchen, in denen man die Assimilation und Verwertung des Milchzuckers vom Verdauungskanal aus betrachtet, von der Vorstellung Nutzen ziehen, dass es sich nicht um den einfachen Durchtritt von Inversionsprodukten in den Kreislauf hier handelt, sondern, dass sich in einer engen Zone, welche dem Tempo der Abfertigung eine gewisse Grenze setzt und andererseits die kontinuierliche Abgabe kleinerer Mengen brauchbaren Materials bedingt, diese Inversion erst zu vollziehen hat. Die allgemein anerkannte Thatsache, dass Milchzucker bei grösseren Gaben per os besonders leicht in den Harn übergeht, lässt sich mit dieser Vorstellung leicht vereinigen: die Geschwindigkeit des Diffusionsstromes überwiegt eben dann diejenige des Ablaufs der Spaltungsvorgänge in der Darmwand. Jedenfalls ist anzumerken, dass man von den hiefür etwa notwendigen Zeiträumen keine exakte Vorstellung hat. Einen indirekten Schluss auf dieselben gestattet, der Stoffwechselversuch, wofür auf den betr. Teil dieses Zusammenhangs verwiesen sein möge. Ein Optimum für diesen Vorgang dürfte nach dem gesagten an den Jugendzustand i. A. und an bestimmte Tierarten geknüpft sein.

3. Die Spaltungsprodukte des Milchzuckers.

Auch in Beziehung auf die Produkte der Spaltung nimmt der Milchzucker eine aparte Stellung ein. Mit Traubenzucker ist im Molekul der Laktose bekanntlich als dessen gewissermassen charakteristische Hälfte die Galaktose[1]) verbunden. Da das Verhalten des Traubenzuckers in den hier in Frage kommenden Beziehungen fest steht, so ist es eben die Galaktose, deren Verwertung im Körper den Gegenstand der Untersuchung bilden muss, nachdem man sich mit der Frage der Spaltung der Laktose selbst in der besprochenen Weise abgefunden hat.

[1]) Zuerst von Bouchardat bei der Hydrolyse des Milchzuckers als besondere Zuckerart erkannt. v. Lippmann, Chem. d. Zucker, p. 353.

Ed. Külz[1]) hat auf Grund der umfassenden, viele Zuckerarten in nicht weniger als 124 Versuchen (mit sechstägigen Karenz-Hühnern) vergleichenden Tabelle XVIII in seinen „Beiträgen zur Kenntniss des Glykogens" die Galaktose zu den Stoffen gezählt, die in der Leber des Huhns zweifellos Glykogen-Anhäufung zu Stande bringen können und von den drei Versuchen mit Galaktose reihen sich zwei mit Evidenz der grossen unter ganz übereinstimmenden Bedingungen erhaltenen Zahl von positiven Ergebnissen an. Dass man jedoch durchaus nicht unbedingt und im allgemeinen die Galaktose hierin neben den Traubenzucker stellen dürfe, haben Carl Voit und seine Schüler in der mehrfach zitierten Sammelarbeit durch Versuche am Kaninchen in unwiderleglicher Weise dargetan, und bei dieser Gelegenheit konnte eine Coincidenz biologischer Thatsachen von grosser Tragweite festgestellt werden, die im Laufe der letzten sechs Jahre besonders von Max Cremer in einer Reihe von Arbeiten näher begründet und beleuchtet worden ist.

Auf der einen Seite nämlich waren die absoluten Glykogenwerte, welche beim hungernden Kaninchen nach Galaktose-Darreichung erzielt wurden, im Vergleich zu denen nach Dextrose- oder Lävulose-Fütterung auffallend niedere. Ja, wenn man in Betracht zog, dass aus dem zerfallenen, durch den Harnstickstoff indicierten Körpereiweiss Zucker abgespalten, dass dieser nunmehr, da die Ökonomie des Körpers sich durch die Darreichung des Zuckers etwas erholt hatte, als Glykogen angesammelt werden konnte, so schien es nicht einmal bewiesen, dass auch nur jene kleine Menge Glykogen sich von dem dargereichten Zucker herschrieb. Wenn also kein absolutes, — ein relatives Hemmnis stand der Glykogenablagerung aus Galaktose jedenfalls entgegen.

Nun ergab sich auf der anderen Seite aus dem Studium des Verhaltens der Zucker zu den gährungerregenden Hefemycelien, wie es von Pasteur und Emil Fischer begründet und ausgebaut ist, dass die Zellen der Hefe zwischen den verschiedenen einfachen Zuckern — abgesehen von den Doppelzuckern, welche

[1]) Marburger Festschrift für C. Ludwig 1891.

ja Inversionsvorgänge notwendig machen — zu unterscheiden wissen und die einen leicht und rasch, andere schwieriger, wieder andere gar nicht vergähren[1]) und wiederum, dass auch hierin nicht sämtliche Hefearten sich an ein Schema halten. Nun figuriert die Galaktose zweifellos unter den schwieriger gährenden Monosacchariden, ja eine Hefeart, der Saccharomyces apiculatus, lehnt sie ganz ab, während die sicheren Glykogenbildner Dextrose und Lävulose von allen Hefearten leicht und rasch zerlegt werden.

Hierin mehr als eine Analogie erblickt und die vorliegende Schwierigkeit für die Zelle des tierischen Organismus und die Zelle des Hefemycels auf die gleiche Ursache zurückgeführt zu haben, ist Carl Voits richtungsgebendes Verdienst.

Was dann die Chemie über die molekularen Bedingungen der Hefegährung gelehrt hat, erhob diese Kombination zu einem wichtigen, allgemein biologischen Gesichtspunkt. E. Fischer hat nachgewiesen[2]), dass das Gährvermögen der Hefe seine Grenze in gewissen Abänderungen an der geometrischen Konfiguration der Zuckermolekule findet. Innerhalb der Gruppe der aldehydartigen Monosaccharide z. B., erlaubt diejenige Stellung der Hydroxyle an den asymmetrischen Kohlenstoffatomen, wie sie Traubenzucker und d-Mannose darbieten, leichte und rasche Gährung; so dagegen, wie die d-Galaktose diese Anordnung zeigt, bedingt sie eine für die meisten Hefen relative, für den Saccharomyces apiculatus aber absolute Schwierigkeit; bei der d-Talose jedoch, welche „zur Galaktose im selben Verhältniss steht, wie die Mannose zur Glykose", sind die Hydroxyle an den vier asymmetrischen C-Atomen schon so verschoben, dass keine Hefe diesen Zucker vergährt. „Es zeigt sich also", schliesst E. Fischer, dass die Hefezellen mit ihrem asymmetrisch geformten Agens nur in die Zuckerarten eingreifen

---

[1]) Dies ist gegen Stone und Tollens noch besonders auf Grund einer Reihe von sicher spaltpilzfreien Gährungsversuchen für die Sorbose von E. Fischer und Thierfelder (Ber. d. d. chem. Ges. 27 b, p. 2035) geltend gemacht worden. Es verdient, bemerkt zu werden, dass Külz nach Sorbosefütterung beim Karenz-Huhn positive Glykogenresultate mitteilt.

[2]) E. Fischer und Thierfelder „Verhalten der verschiedenen Zucker gegen reine Hefe." Ber. d. d. chem. Ges. 27 b, 2031, 1895.

und gährungerregend wirken können, deren Geometrie nicht zu weit von der des Traubenzuckers abweicht“[1]).

Die letztgenannten vier Aldosen stellen somit eine Skala der Angreifbarkeit durch die Gährungserreger dar und die Stelle, welche die Galaktose in dieser Reihenfolge einnimmt, zeigt, dass ein Widerstand, wie sie ihn laut der Voitschen Versuche den Leberzellen in deren spezifischer Funktion leistet, auch gegenüber derjenigen der Erreger der alkoholischen Gährung zur Geltung kommt. Hierbei bleibt jedoch, wie insbesondere Max Cremer[2]) gezeigt hat, diese Analogie nicht stehen. Die Hefe ist nämlich, wie die Leberzelle, im Stande, aus Zucker eine glykogenartige, in Dextrose aufzuspaltende Substanz zu erzeugen; dabei hält sie sich eben an die unbedingt gährfähigen Zucker, die Dextrose und Laevulose, so dass, wie Cremer sich ausdrückt, „in der Beeinflussung der Hefeglykogenbildung sich die gährenden Zuckerarten typisch von allen anderen unterscheiden“, dass „bei der Hefe der von Voit betonte Parallelismus zwischen Gährfähigkeit und Glykogenbildung ein vollkommener ist“. — Ein sprechendes Zeugniss für den Zusammenhang zwischen der Gestaltung des Zuckermolekuls und dessen Verwendbarkeit zur Glykogenbildung liefert endlich die einwandfreie und bedeutsame Erfahrung, die Minkowski[3]) über die Glykogenbildung in der Leber des seiner Pankreasdrüse beraubten und also diabetischen Hundes machte: Während aus dargereichtem Traubenzucker kein Glykogen zum Ansatz kam, wurde mit der entsprechenden Ketohexose, der Laevulose, reichliches Leber- und Muskelglykogen erzielt[4]).

Zur Beurteilung dessen, was im Organismus aus der Galaktose werden kann, liefert aber noch eine weitere Betrachtung Material: Dass sich überhaupt im Tierkörper Metamorphosen zwischen Zuckern

---

1) Ebendort p. 2037.

2) „Über die Umlagerungen der Zuckerarten unter dem Einfluss von Ferment-Zelle.“ Z. f. Biol. 31, p. 183. — „Zucker und Zelle.“ Z. f. Biol. 32, p. 49.

3) „Unters. etc. Arch. f. exp. Path. 31, pag. 165.

4) Vergleichend physiologisch ist interessant, dass bei Taube, Ente und Frosch die reguläre Zuckerökonomie des Körpers durch Wegnahme des Pankreas nicht gestört wurde. Ebendort p. 93.

verschiedener Konfigurationsformen vollziehen, ist nach dem gesagten als feststehend anzunehmen; dass ein Übergang, wie von Mannose und Fruktose, so auch von Galaktose in Traubenzucker im Körper bewirkt werden könne, hält E. Fischer von vorne herein für wahrscheinlich. Er sagt darüber[1]): „die gegenseitige Verwandlung von Traubenzucker, Mannose und Fruchtzucker ist mir zuerst mit abwechselnder Oxydation und Reduktion gelungen ... an diese Betrachtung anknüpfend habe ich die Hypothese aufgestellt, dass auch im Organismus die wechselseitige Verwandlung der Hexosen in einander durch gleichzeitige Oxydation und Reduktion an einzelnen asymmetrischen C-Atomen stattfinde". In der That bildet ja auch die Milchdrüse aus der ihr im Blute zugeführten Dextrose die Galaktose und der Übergang von dargereichter Galaktose in Dextrose des Harns beim diabetischen Menschen ist u. a. durch den Versuch Fritz Voits[2]) erwiesen, welcher nach Darreichung von 100 g Galaktose bei sonst Kohlehydratarmer Kost den ausgeschiedenen Zucker von 76 auf 146 g steigen sah; der die Galaktose bekanntlich nicht angreifenden Saccharomyces apiculatus vergährte diesen Zuckerbetrag vollständig. Ebenso fand Minkowski (l. c. p. 154 ff.) bei seinen diabetischen Tieren nach Milchzuckergabe eine grössere Dextrose-Zunahme im Harne, als sie durch den Dextrosegehalt des (— also jedenfalls gespaltenen —) Milchzuckers zu erklären gewesen wäre und desgleichen eine überzeugende Dextrosevermehrung im Harne nach Darreichung von Laevulose. Hierdurch ist also die theoretisch geforderte Metamorphose zweier Hexosen in eine dritte, nämlich der Galaktose und Laevulose in Dextrose zur versuchsmässigen Anschauung im Tierleibe gebracht.

Mit der Möglichkeit, sie in Dextrose überzuführen, ist natürlich für den Körper auch die gegeben, das wasserarme Poly-

---

[1]) „Bedeutung der Stereochemie für die Physiologie," Zeitschrift für physiol. Chemie 26, p. 60, 1898. — cf. auch: „Die Chemie der Kohlehydrate und ihre Bedeutung für die Physiologie." Rede 1894.

[2]) Über das Verhalten der Galaktose beim Diabetiker." Zeitschr. für Biologie 29, p. 147, 1893.

saccharid des Traubenzuckers aus Galaktose zu bilden; ob sich aber die Abwandlung: Galaktose-Dextrose-Glykogen in merkbaren, zeitlich, etwa auch örtlich getrennten Etappen vollzieht, ist nicht zu sagen. Dass dies — bildlich gesprochen — ein weiterer Weg ist, als der nur von Dextrose zum Glykogen, ist einleuchtend; es wird sich darum handeln, aus begleitenden und mitbestimmenden Bedingungen des Stoffwechsels ein Optimum für diese Verwandlung des Galaktosemolekuls im Körper zu finden, womit auf den zweiten Teil der Versuche verwiesen sein möge.

Den experimentellen Nachweis, dass und wie Milchzucker, welcher in den Verdauungskanal des Kaninchens gebracht ist, in dessen Stoffwechsel erscheint, sowie denjenigen, dass aus ebenso dargereichter Galaktose in der Leber des Kaninchens sich Glykogen in erheblicher Menge ablagert, hoffen nun die folgenden Versuche zu erbringen.

II. Versuche über die Assimilation des Milchzuckers resp. seiner Spaltungsprodukte.

1. Vergleichende Versuche über den Einfluss verschiedener Zucker auf den Stoffwechsel hungernder Kaninchen.

a) Versuchstechnik und Versuchsbedingungen.

Apparat. Der Apparat, mit dem gearbeitet wurde, war der von Gürber verbesserte Haldanesche Respirationsapparat. Er ist schon öfter beschrieben und es genügt, das prinzipielle der Anordnung zu skizzieren. Durch eine Reihe luftdicht verbundener, grosser U-förmiger Resorptionsröhren wird mittelst einer Wasserstrahlluftpumpe ein permanenter Lnftstrom gesaugt. In die Röhrenserie ist der luftdichte Kasten, in dem das Versuchstier sitzt so eingeschaltet, dass die Luft trocken und Kohlesäurefrei in denselben eintritt, während die folgenden Röhren das von dem Tiere abgegebene Wasser- und CO_2-Gas aufnehmen. Mittelst einer Waage, die bei 5 Kilo Belastung noch auf Centigramme zu wägen gestattet, wird vor und nach jedem Versuch das Gewicht des Kastens, der das Tier enthält — also, da das Kastengewicht selbst konstant ist, das Gewicht des Tieres — und das der zuletzt genannten Resorptionsröhren bestimmt, woraus sich der aufgenommene Sauerstoff berechnen und somit der respiratorische Quotient ableiten lässt.

Versuchszeit. Die Versuche wurden morgens begonnen und dann, mit wenigen Ausnahmen, 3—4 mal 24 Stunden fort-

gesetzt. Unterbrechungen von 15—30 Minuten wurden natürlich durch die Wägungen notwendig und durch die Darreichung der Zuckerportionen. In der Regel wurden die Bestimmungen auf der Wage alle zwei Stunden vorgenommen; während der i. A. wenig differenten zweiten Hälfte der Nacht wurden aus Perioden von drei, selten mehr Stunden zugelassen. Einstündige Abschnitte waren manchmal nicht zu umgehen. Sie sind unbequem, weil eine so kurze Zeit leicht zufällige Werte gibt, die von einer zweiten Beobachtungsstunde wieder ausgeglichen worden wären.

Zuckerdarreichung. Nachdem durch die Bestimmungen des ersten Vormittags der Gaswechsel des unbeeinflussten hungernden Tieres festgestellt war, wurde dann Mittags der Zucker, in wenig Wasser gelöst, mit der Schlundsonde in den Magen des Kaninchens gebracht. Um den, beim Kaninchen auf Zuckereingabe drohenden Durchfall zu verhindern, wurde — nicht immer mit anhaltendem Erfolge — der Lösung etwas Opiumtinktur zugesetzt.

Harn des Versuchstieres. Die gleiche Pause wurde zum Abpressen des Harnes benützt. Nur selten war dabei der Katheter notwendig. Bei den zu Glykogenversuchen verwendeten und also geschlachteten Tieren (Nackenschlag) konnte man die Vollständigkeit der Entleerung der Harnblase durch Abpressen wiederholt kontrollieren. Die Stickstoffbestimmungen wurden, jede doppelt, nach Kjeldahl-Argutinsky angestellt.

Bewegungen der Tiere. Die Tiere sassen fast immer ruhig im Kasten. Der sonst so hohe Betrag, mit welchem die Muskulatur der Bewegungsorgane an den Oxydationen des Körpers beteiligt ist, kommt daher hier nicht merklich in Rechnung.

Beleuchtung. Es wurde darauf Bedacht genommen, dass das Versuchstier stets beleuchtet blieb. Speck[1]) ist der Meinung, dass die Belichtung zwar nie den Stoffwechsel, wie viele Autoren behaupten, steigere, wohl aber reflektorisch eine etwas lebhaftere Atemthätigkeit anrege und daher die CO_2-Abgabe etwas im positiven

[1]) Physiologie des menschlichen Atmens, p. 146. 1892.

Sinne beeinflussen könne. — Man suchte also die Tiere auch in dieser Beziehung unter gleichmässigen Bedingungen zu erhalten.

Zimmertemperatur. Da die Temperatur des Raumes, in welchem die Versuche vorgenommen wurden, zwischen 13 und 21° C schwankte, wurden bei der höchsten und niedersten in diesem Raume zur Zeit herstellbaren Temperatur je zwei Gaswechselversuche mit einem Kaninchen des dritten Hungertages angestellt. Die Ergebnisse waren folgende:

Zeit 7. März 1898	Zimmer-Temperatur	Abgabe von CO_2 in der Stunde	Aufnahme von O_2 in der Stunde	resp. Quot.	Mittel d. resp. Quot. aus je 5 Stunden
12 h 44—2 h 44 NM	23—30° C	1,41 g	1,31 g	0,78	0,735
3 h 27—6 h 27 „	26—31° C	1,25 „	1,30 „	0,69	
7 h 22—10 h 22 NM	7—17° C	1,45 g	1,36 g	0,72	0,72
10 h 47—12 h 47 „	7—10° C	1,46 „	1,37 „	0,72	

Es ist ersichtlich, dass die in Betracht gezogene, grössere Temperaturamplitude keinerlei charakteristischen Ausschlag zur Folge hatte und dass demnach von Schwankungen innerhalb des kleinen Spielraumes von ca. 8° C keine nennenswerte Beeinflussung der Versuche zu erwarten ist.

Graphische Darstellung der Versuche. Von den in dieser Weise angestellten 11 Versuchen sind die am meisten bezeichnenden Reihen auf den beigegebenen Tafeln in Form von Kurven aufgezeichnet. Diese Kurven sind in ein Netz von Quadratmillimetern eingetragen, wobei ein Millimeter der Abscisse für die schwarze (abgegebene CO_2), für die grüne (aufgenommene O_3) und für die rote (respiratorischer Quotient = RQ) Linie eine Beobachtungsstunde anzeigt. Ein Millimeter Ordinate bedeutet für die schwarze und grüne Linie ein Centigramm, für die rote Linie die Erhöhung der Quotienten um $^1/_{100}$ seines Wertes (rote Zahlen). — Auf der Abscisse sind die Versuchstage vom Beginn der Karenz an so abgetragen, dass ein, mit römischer Ziffer signierter, gewöhnlicher Hungertag von 24 Stunden 5 mm einnimmt, während die eigentlichen Versuchstage („Zuckertage") den Raum

abschneiden, welcher der Zahl der auf den betreffenden Tag fallenden Beobachtungsstunden entspricht; da, wie oben bemerkt, kleinere und grössere Pausen zwischen die einzelnen Versuche fallen, so ergibt sich meist eine Länge von etwa 20—21 mm, entsprechend ebensoviel Beobachtungsstunden innerhalb eines vollen Tages. — Für die Werte des Harnstickstoffes (punktierte schwarze Linie, links: „N") sind die schwarzen Zahlen als Dezigramme zu verstehen und je 5 mm der Abscisse bedeuten ohne Weiteres einen Tag; die römischen Ziffern weisen auf den Versuchstag hin, an welchem der Harn gewonnen wurde.

Die Tabellen enthalten die absoluten Zahlen des Versuchsprotokolls und die auf je eine Stunde berechneten Werte von CO_2 und O_2. Innerhalb der fetten Vertikallinien stehen die den Tafeln zu Grunde liegenden Ziffern.

b) Allgemeine Besprechung der Versuche.

Ein Blick über die Tafeln zeigt zunächst, dass von den eingegossenen Zuckerarten keine ohne Einfluss auf den Gang des Gasaustausches und der Harnstickstoff-Ausscheidung des Versuchstieres geblieben ist. Ob nun die einfachen Zucker, Dextrose und Galaktose, oder die Doppelzucker-Saccharose und Laktose dargeboten wurden, immer wurde die Zufuhr alsbald von der Ökonomie des Körpers beantwortet und damit erwiesen, dass die Zucker, und zwar der Milchzucker ebenso, wie der Rohrzucker und die einfachen Zucker in dieselbe eingetreten und im Organismus des Kaninchens vom Darm aus resorbiert worden waren.

Dass aber eine, freilich nur relative, Verschiedenheit zwischen den Milchzuckerkurven und denen der anderen Zucker besteht, ergibt sich klar aus den Tafeln 2—6, ist im Zusammenhang mit dem, was oben (p. 7 ff.) über die Aufsaugung und Spaltung des Milchzuckers gesagt ist, wohl bemerkenswert, und wird unter einigen den Versuchen gemeinsamen Gesichtspunkten, die jetzt berührt werden sollen, seine Erwähnung finden.

Die Kurven lassen erkennen, dass die absoluten Grössen der durch Gewichtseinheiten indizierten Volumina des aufgenommenen

Sauerstoffes und der abgegebenen Kohlensäure nicht immer in gleichem Schritte mit dem relativen Wert des respiratorischen Quotienten steigen und fallen; vielmehr schliesst sich die Erhöhung des letzteren häufig einer voraufgehenden absoluten, parallelen Vermehrung der CO_2 und O_2-Werte erst an. Der Ablauf der Erscheinungen ist folgender: Der Anfangswert des resp. Quotienten in den ersten, neutralen Beobachtungsstunden, die der Zuckerfütterung immer vorangestellt sind, pflegt — abgesehen von den besonderen Fällen — demjenigen bei Fettverbrennung — 0,7 — nahezustehen, während die absoluten Werte zu Faktoren, aus denen jener sich berechnet, die niederen Zahlen eines hungernden und ruhenden Organismus zeigen. Wenn man die letzteren mit denen vergleicht, welche z. B. Schwarz[1]) und Fortmüller[2]) mit demselben Apparate, der hier zur Verwendung kam, am gefütterten Kaninchen erhalten haben, so ergibt sich eine Verringerung der ausgeschiedenen Gasvolumina beim Karenztier um durchschnittlich etwa 50 %, und selbst die höchsten Erhebungen der vorliegenden Kurven erreichen noch nicht jene normalen Werte; auf einer so niederen Basis bewegt sich also der hier registrierte Gaswechsel. — Führt man in den jetzt so eingestellten Organismus gewisse Mengen Kohlehydrat ein, so sind es in der Regel zunächst die absoluten Grössen, und nicht deren Verhältniszahl, welche wachsen; die Vorgänge gewinnen quantitativ, ihre Qualität bleibt noch für einige Zeit unbeeinflusst, in dem, hiefür instruktiven, extremen Fall von Versuch II, Tafel 1 ist sogar bei sehr kräftiger Steigerung der Gaswerte, der RQ. über 0,7 gar nicht hinausgegangen, was später noch näher zur Sprache kommen wird.

Diese Erscheinung, welche den Versuch II ganz beherrscht, kann verdeckt werden, wenn die erste Bestimmung zu spät nach der Zuckerdarreichung erfolgt, wie in Versuch I, wo die Zahlen der ersten Bestimmung nach der Injektion der Laktose einer vier-

---

[1]) „Einfluss der Nahrungszufuhr auf den stationären Stoffwechsel.“ Diss. physiol. Inst. Würzburg 1896. (Gürber.)

[2]) „Stoffwechsel des Kaninchens unter dem Einfluss von Alkohol.“ Diss. ebendort 1897. (Gürber.)

stündigen Periode entsprechen, oder wo die Resorption und Verwertung des Zuckers auch für eine zweistündige Periode zu rasch geht, um jene, besonders bei den Laktose-Versuchen und vorzugsweise am ersten Tag gemachte Beobachtung zuzulassen. Bei den Galaktose-Versuchen wird sie z. B. seltener deutlich, kann aber sonst oft genug, an der Hand der Kurventafeln, konstatiert werden.

Dass der eigentlichen Verwertung des zugeführten Kohlehydrates im Körper eine Art Vorbereitungs- oder Einleitungsstadium voraufgeht, lässt sich übrigens nicht nur bei den einzelnen Zuckerinjektionen häufig deutlich verfolgen, sondern dies gilt auch im grösseren, — besonders bei den Laktose-Versuchen — wenn man den Ablauf der ganzen 24stündigen Versuchsperioden vergleicht. Es zeigt sich am ersten Tag der Typus der Verbrennungen noch verhältnismässig wenig abgeändert, der resp. Quotient von dem die Verbrennung von Kohlehydrat anzeigenden noch ziemlich entfernt, während dann an den folgenden Tagen das Kohlehydrat sich deutlich zur Geltung bringt, freilich auch an diesen oft erst, nachdem der Erhöhung des RQ. eine Erhebung der absoluten Gaswerte in wenig oder gar nicht abgeändertem Verhältnis vorangegangen ist. Diese Erscheinungen nun treten beim Milchzucker besonders ausgeprägt hervor, darin liegt die berührte relative Verschiedenheit der Laktose von den anderen Zuckern, ihre Wirkung ist eine langsamere, wie sich nach den oben gepflogenen Überlegungen betreffs ihrer Spaltung wohl vermuten liess.

Die Thatsache nun, dass der Steigerung des RQ. häufig ein kräftiger, aber parallel laufender Ausschlag auf Seiten der absoluten Gaswerte vorausgeht, zeigt, dass der Beteiligung der Kohlehydrate am Stoffwechsel eine Leistung des Organismus auf der Basis des bisherigen Verbrennungsmodus vorangeht, welche durch die Gegenwart der Zucker im Körper ebenfalls bedingt ist; man wird nicht fehl gehen, hierin den Ausdruck der Darmthätigkeit zu erblicken.

Ausserdem notieren alle Kurven, mit Ausnahme der überhaupt charakteristisch abweichenden Kurve auf Tafel 7 (Versuch XI),

geringere Ausschläge für den ersten Versuchstag, als für die folgenden; und zwar gleichgültig, ob man an den einzelnen Tagen verschiedene Zucker hintereinander, oder denselben Zucker wiederholt anwendet. Es legt sich ungezwungen die Vorstellung nahe, der bis dahin karente Organismus sei bei der ersten Darreichung irgendwie noch nicht in derjenigen Verfassung, in welcher ihn schon die zweite Gabe am nächsten Tage findet. Dies ist freilich kaum mehr, als eine blosse Umschreibung des konstatierten Befundes, allein es sei doch angeführt, wie Hofmeister[1]) sich mit einer analogen Beobachtung auseinandersetzt, da sich dann eine Bestätigung aus den hier mitzuteilenden Versuchen anschliessen wird.

Wenn man einem Tier — Hofmeister nahm zwei Hunde — nach einer Hungerzeit von 4—5 Tagen reine Zucker (Traubenzucker bei H.) selbst in wesentlich kleineren Quantitäten, als wie sie zusammen mit gewöhnlicher Ernährung, innerhalb einer normalen Fütterungsperiode vollständig im Organismus aufgebraucht werden. eingibt, so entsteht eine nicht unbeträchtliche Glykosurie; wird nun aber am nächsten Tage die Zuckerdarreichung wiederholt, so zeigt sich eine geringere Glykosurie, als an dem Tage der sich der Karenzzeit direkt anschloss. Entsprechend verhielten sich die Hunde bei Stärkegaben. — Der Gang der Glykosurie in Versuch V stellt sich der Beobachtung Hofmeisters an die Seite, welcher den Schluss zieht, am ersten Tage sei die Assimilationsfähigkeit des Tieres noch eine geringere — gewissermassen aus der Übung gekommene — gewesen und infolgedessen dem Kreislauf der resorbierte Zucker nicht im gehörigen Verhältnisse entzogen worden. — Ob diese Erklärung auf den Milchzucker in gleichem Masse wie auf die leicht resorbierbare Dextrose und Galaktose zutrifft, möchte zweifelhaft sein, da er viel schwerer und langsamer vom Kaninchen aus dem Darm in den Kreislauf gelangt und in oben beschriebener Weise erst gespalten werden muss. Kommt ein Teil des im Darm befindlichen Milchzuckers als solcher unter

[1]) „Über Resorption und Assimilation der Nährstoffe." Arch. f. exp. Path. 34, p. 356, 1890.

den ebenfalls p. 10 erwähnten Bedingungen ungespalten in den Kreislauf, so wird er nicht deswegen ausgeschieden, weil der Titre des Blutes überschritten ist, sondern weil er unzerlegt einen fremden Bestandteil und ein unbrauchbares Material im Blute darstellt.

Die Kurven der Ausscheidung des Harnstickstoffes haben das Gemeinsame, dass sie alle erkennen lassen, wo die N-Werte entschieden in eine niederere Kategorie eintreten. Die N-Ausgaben sinken häufig auf die Hälfte des Durchschnitts der vorangehenden absoluten Karenztage und noch tiefer. Wo das Tier über die Zuckertage hinaus hungerte, sieht man dann die Linie wieder steigen.

c) Die Versuche im Einzelnen.

Versuche I und II. Tafel 1. Tabelle I und II.

Versuche I. 10. bis 16. Januar 1898. Anfangsgewicht des Kaninchens 1610 g., am ersten Zuckertag 1460 g. Laktose-Saccharose-Versuch.

Tabelle I.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
13. I. 98	9h48—11h48 V	2,23	2,33	2,24	2,34	1,12	1,17	0,69	
	12h13— 4h13 N	4,78	4,28	4,91	4,59	1,22	1,10	0,82	Um 12 Uhr erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	4h22— 6h22 „	2,80	2,52	2,62	2,34	1,31	1,17	0,81	
	6h33— 8h33 „	4,90	4,42	2,98	2,50	1,49	1,25	0,86	
	8h46—11h46 „	5,92	5,12	4,43	3,63	1,47	1,21	0,88	
14. I. 98	9h56—10h56 V	1,17	1,15	1,20	1,18	1,20	1,18	0,74	
	11h7 V—12h7 N	1,36	1,35	1,32	1,31	1,32	1,31	0,73	
	12h44— 2h44 „	3,60	2,77	3,05	2,22	1,52	1,11	0,99	Um 12h30 erhält das Tier 15 g Saccharose per os.
	2h53— 4h53 „	3,21	2,35	3,61	2,75	1,81	1,37	0,97	
	5h 4— 7h 4 „	4,00	3,17	3,50	2,67	1,75	1,33	0,95	
	7h21— 9h21 „	3,05	2,60	3,00	2,55	1,50	1,27	0,85	
	9h31—11h31 „	2,75	2,30	2,70	2,25	1,35	1,12	0,86	
15. I. 98	10h14—12h14 „	2,70	2,60	2,23	2,13	1,11	1,06	0,76	

Abkürzungen auf den Tabellen: V = Zeit von Mitternacht bis Mittag; N = Zeit von Mittag bis Mitternacht; GV = Gewichtsverlust; H_2O = Wasser-

Zahlen des Harnstickstoffes:

I.	10/11. Januar	690	mg N
II.	11/12. „	650	„ „
III.	12/13. „	800	„ „
IV.	13/14. „	650	„ „
V.	14/15. „	450	„ „
VI.	15/16. „	730	„ „

Versuch II. 17. bis 23. Januar 1898. Anfangsgewicht des Kaninchens 2105 g. Gewicht am ersten Zuckertag 1835 g. Laktose-Saccharose-Versuch.

Tabelle II.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
21. I. 98	10^h28V—12^h28N	4,20	4,47	2,74	3,01	1,37	1,50	0,66	
	12^h45— 2^h45 „	4,15	4,36	2,66	2,87	1,33	1,43	0,67	
	3^h 6— 5^h 6 „	3,72	4,19	2,95	3,42	1,47	1,71	0,62	Um 2^h56 erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	5^h22— 7^h22 „	2,67	2,99	2,66	2,98	1,33	1,49	0,65	
	7^h36— 9^h36 „	2,29	2,75	2,63	3,09	1,31	1,54	0,61	
	9^h49—11^h49 „	1,80	2,30	2,82	3,32	1,41	1,66	0,62	
22. I. 98	5^h 9— 7^h 9V	4,38	4,73	3,23	3,58	1,61	1,79	0,65	
	7^h25— 9^h25 „	4,57	5,08	3,13	3,64	1,56	1,82	0,62	
	11^h11V— 1^h11N	6,10	6,24	4,15	4,29	2,07	2,14	0,70	Um 11 Uhr erhält das Tier 15 g Saccharose per os.
	1^h23— 3^h23 „	5,35	5,46	4,16	4,27	2,08	2,13	0,70	
	3^h36— 5^h36 „	4,38	4,48	3,61	3,71	1,80	1,85	0,70	
	5^h51— 7^h51 „	4,10	4,57	3,72	4,19	1,86	2,09	0,64	
	8^h 1—11^h 1 „	5,73	6,03	5,23	5,53	1,74	1,84	0,68	

abgabe; CO_2 = Kohlensäureabgabe; O_2 = Sauerstoffaufnahme; RQ = Respiratorischer Quotient.

Anmerkung: Bei diesen 2 Versuchen fällt der zweite Teil der Nacht noch aus der Beobachtung heraus, weil der Wasserdruck in den betr. Stunden für die Unterhaltung der Ventilation des Apparates nicht ausreichte. Die Kurven kehren daher in ungebrochenen Linien zu den Nüchternwerten des Vormittags zurück.

Zahlen des Harnstickstoffs:

I.	16/17. Januar	770	mg N
II.	17/18. „	1060	„ „
III.	18/19. „	890	„ „
IV.	19/20. „	800	„ „
V.	20/21. „	730	„ „
VI.	21/22. „	560	„ „
VII.	22/23. „	490	„ „

In diesen beiden Versuchen wurden zwei verschiedene Doppelzucker je an zwei aufeinanderfolgenden Tagen dargereicht: Laktose und Saccharose. Man sieht die schwarze und grüne Linie beide Male zuerst weniger, am zweiten Tage ausgiebig emporschnellen, und bei I auch den resp. Quotient entsprechend steigen. Beachtenswert ist nun, dass bei II, dessen absolute Gaswerte vom zweiten Tage in ihrer Höhe von keinem der späteren Versuche erreicht werden, der RQ. sich über 0,7 überhaupt nicht hinausbewegt, also auf dem Niveau der reinen Fettverbrennung ruhig verharrt. Dieser Befund kehrt in keinem Versuche dieses Teiles wieder, es wird sich aber in den Resultaten der Glykogenversuche bestätigt finden, dass man ihn nicht für einen zufälligen halten darf. Es liegt dieser abweichenden Reaktion auf die Zuckerzufuhr eine konstitutionelle Verschiedenheit beider Tiere zu Grunde: das des Versuches II war offenbar im Gegensatz zu dem anderen ein fettreiches Tier, worauf auch die Gewichtszahlen hinweisen, und man kann kaum zweifeln, dass es den Zucker in seinem Körper aufspeicherte, während er dem schwächeren Kaninchen als Brennmaterial zu sofortigem Gebrauch willkommen war. Es darf hiefür auf die Resultate der Glykogenversuche verwiesen werden.

Versuch III. 23. bis 29. Januar 1898. Anfangsgewicht des Tieres 1696 g. Gewicht am ersten Zuckertag 1460 g. Laktose-Saccharose-Versuch.

Die folgende Tabelle enthällt nicht die Werte des ersten Zuckertages, sondern nur die des zweiten und dritten. Bemerkenswert ist die Höhe des Resp.-Quot. am 27. auf die Milchzuckerdar-

reichung hin, sie wird in späteren Laktose-Versuchen nicht erreicht. Auch werden hier die hohen Werte am zweiten Tage viel hartnäckiger festgehalten, als am dritten, (Rohrzucker-)Tage.

26. I. 98. 15 g Milchzucker per os. Fernerer Ablauf (27., 28. und 29. I. 98), siehe Tabelle III.

Tabelle III.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
27. I. 98	10h 29—11h 29 V	1,30	1,30	1,16	1,16	1,16	1,16	0,72	
	12h 5— 1h 5 N	1,73	1,63	1,34	1,24	1,34	1,42	0,78	Um 11 Uhr 50 erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	1h 19— 3h 19 „	3,13	2,19	3,11	2,17	1,55	1,08	1,04	
	3h 35— 5h 35 „	4,03	3,40	3,16	2,53	1,58	1,26	0,90	
	5h 54 – 7h 54 „	4,65	3,82	3,29	2,46	1,63	1,23	0,97	
	8h 12—10h 12 „	4,47	3,65	3,42	2,60	1,71	1,30	0,95	
	10h 25 N–12h 25 V	3,37	2,68	3,12	2,43	1,56	1,21	0,93	
28. I. 98	6h 56— 8h 56 „	3,28	3,36	2,08	2,16	1,04	1,08	0,69	
	9h 25—10h 25 „	1,30	1,34	1,05	1,09	1,05	1,09	0,69	
	10h 50 V–12h 50 N	3,70	2,90	3,13	2,33	1,56	1,16	0,98	Um 10h 40 erhält das Tier 15 g Saccharose per os.
	1h 4— 3h 4 „	4,22	3,13	3,43	2,34	1,71	1,17	1,06	
	3h 14— 5h 14 „	3,12	2,44	3,05	2,37	1,52	1,18	0,93	
	5h 26— 7h 26 „	2,70	2,21	2,48	2,39	1,24	1,19	0,75	
	7h 50— 9h 50 „	2,28	2,04	2,11	1,87	1,05	0,93	0,82	
29. I. 98	8h 3—10h 3V	3,75	3,50	2,14	1,89	1,07	0,94	0,82	
	10h 23 V–12h 23 N	2,65	2,55	2,02	1,92	1,01	0,96	0,76	
	12h 45— 2h 45 „	3,07	2,87	2,93	2,73	1,46	1,36	0,76	

Die Zahlen des Harnstickstoffs sind bei diesem und dem folgenden Versuche nicht notiert.

Versuch IV. Tafel 2. 29. Januar bis 6. Februar 1898. Anfangsgewicht des Kaninchens 1952 g gegen 1700 g am ersten Zuckertage. Laktose-Saccharose-Galaktose-Versuch.

An den drei Injektionstagen kamen drei verschiedene Zucker: Laktose, Saccharose und Galaktose in gleichen Mengen, je 15 g, zur Verwendung. Vergleicht man nun die Tafel 2 mit den folgenden Tafeln 3 bis 6, welche Versuche wiedergeben, in denen dreimal hinter-

einander der gleiche Zucker eingeflösst wurde, so wird man zugeben, dass die Kurve der Tafel 2 in allen Hauptpunkten, wie sie oben zur Sprache gekommen sind, mit denen der folgenden Tafeln übereinstimmt und nur wenig anders aussehen würde, wenn einer der gewählten Zucker dreimal gegeben worden wäre. Würde am ersten Tage, an welchem, wie besprochen, alle Zucker niederere Werte bedingen, Saccharose oder ein einfacher Zucker gegeben worden sein, so wäre die Kurve an diesem Tage wohl etwas, aber, wie die anderen Tafeln darthun, nicht wesentlich höher gegangen sein; wäre dagegen die Laktose am zweiten oder dritten Tage genommen worden, so würde der kräftige Ausschlag, wie die Tafeln 5—6 beweisen, auch bei ihr nicht ausgeblieben sein. Von diesem Standpunkt aus erscheinen also die in Frage gezogenen Zucker als geradezu vertauschbar, womit jedoch die besondere Bedeutung der relativen Verschiedenheit des Milchzuckers von den anderen, die sicher mit seiner Bestimmung in der Ökonomie des Säuglings zusammenhängt, nicht präjudiziert sein soll.

Wenn man vielleicht erwartet hat, bei dem Versuchstier den resp. Quot. ebenso indifferent zu finden, wie bei dem des Versuchs II, weil es diesen an Körpergewicht nahe steht, so ist einzuwenden, dass es einmal doch um 150 g leichter war, sodann, dass es einen Tag länger vor der ersten Zuckergabe hungerte und endlich, dass der Fettgehalt eines Kaninchens zu seinem Körpergewicht auch bei ähnlicher Grösse durchaus nicht proportional zu sein braucht; das Tier des Versuchs II aber war ein feistes Kaninchen.

Tabelle IV.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
3. II. 98	7 h 34— 9 h 34 V	4,20	4,39	2,40	2,59	1,20	1,29	0,67	
	9 h 52—10 h 52 „	1,95	1,84	1,36	1,25	1,36	1,25	0,79	
	11 h 10 V—1 h 10 N	3,27	3,45	2,60	2,78	1,30	1,39	0,68	Um 11 Uhr erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	1 h 21— 4 h 21 „	3,53	3,33	3,54	3,34	1,18	1,11	0,77	
	4 h 33— 6 h 33 „	2,55	2,18	2,56	2,49	1,28	1,24	0,75	
	6 h 49— 8 h 49 „	2,00	1,90	2,60	2,50	1,30	1,25	0,75	
	9 h 9 N—12 h 9 V	3,07	2,70	3,80	3,43	1,23	1,14	0,80	

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
4. II. 98	12 h 25— 3 h 25 V	5,00	4,42	4,40	3,82	1,37	1,27	0,83	
	3 h 54— 6 h 54 „	5,15	4,59	4,76	4,19	1,59	1,39	0,80	
	7 h 20—10 h 20 „	4,78	4,18	4,62	4,02	1,54	1,34	0,83	
	12 h 7— 2 h 7 N	2,46	2,42	2,51	2,47	1,25	1,23	0,74	
	2 h 32— 3 h 32 „	1,34	1,32	1,29	1,27	1,29	1,27	0,73	
	4 h — 5 h „	2,09	1,92	1,73	1,58	1,73	1,58	0,79	Um 3 Uhr 50 erhält das Tier 15 g Saccharose per os.
	5 h 13— 6 h 13 „	2,15	1,79	1,87	1,51	1,87	1,51	0,89	
	6 h 25— 7 h 25 „	2,25	1,80	1,77	1,32	1,77	1,32	0,97	
	7 h 45— 9 h 45 „	4,38	3,48	3,78	2,88	1,89	1,44	0,95	
	10 h 11 N—12 h 11 V	3,73	3,02	3,53	2,82	1,76	1,41	0,91	
5. II. 98	12 h 28— 2 h 28 „	2,85	2,50	2,82	2,47	1,41	1,23	0,82	
	2 h 41— 4 h 41 „	2,32	2,29	2,60	2,57	1,30	1,28	0,73	
	5 h 8— 9 h 8 „	4,71	4,31	4,93	4,53	1,23	1,13	0,79	
	9 h 23—10 h 23 „	1,62	1,45	1,32	1,15	1,32	1,15	0,83	
	10 h 40—11 h 40 „	1,30	1,20	1,20	1,10	1,20	1,10	0,79	
	12 h 8— 2 h 8 N	5,23	4,62	3,35	2,74	1,67	1,37	0,88	Um 12 Uhr erhält das Tier 15 g Galaktose per os.
	2 h 32— 4 h 32 „	6,36	5,40	3,66	2,70	1,83	1,35	1,00	
	4 h 48— 6 h 48 „	7,75	7,08	3,67	3,00	1,83	1,50	0,88	
	7 h 2—10 h 2 „	9,10	8,42	4,60	3,92	1,53	1,31	0,85	
	10 h 26 N—12 h 26 V	5,17	5,01	2,81	2,65	1,41	1,32	0,77	
6. II. 98	12 h 49— 1 h 49 „	2,66	2,52	1,67	1,54	1,67	1,54	0,79	
	2 h 18— 6 h 18 „	9,40	8,91	5,83	5,34	1,46	1,43	0,80	
	6 h 44— 9 h 44 „	6,21	5,99	4,48	4,25	1,47	1,42	0,76	
	10 h 23—11 h 23 „	1,86	1,85	1,35	1,34	1,35	1,34	0,73	

Versuch V. 6. bis 14. Februar 1898. Anfangsgewicht des Kaninchens 1860 g gegen 1622 am ersten Zuckertage. Galaktose-Versuch.

Anmerkung: Die verwendete Galaktose ist von Dr. Bender und Dr. Hobein in München bezogen.

Tabelle V.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
10. II. 98	12h 58— 2h 58 N	3,68	3,73	2,65	2,70	1,32	1,35	0,71	
	3h 15— 4h 15 „	1,48	1,43	1,36	1,31	1,36	1,31	0,75	
	7h 23— 9h 23 „	4,22	3,69	3,35	2,82	1,67	1,41	0,86	Um 4h 30 hatte das Tier 15 g Galaktose per os erhalten.
	9h 45—11h 45 „	3,97	3,38	3,27	2,68	1,63	1,34	0,88	
11. II. 98	12h — 2h V	2,92	2,60	3,00	2,68	1,50	1,34	0,81	
	2h 20— 5h 20 „	4,00	3,62	4,22	3,84	1,41	1,28	0,79	Die Bestimmung 4h 45 — 6h 45 ist unsicher. RQ = 0,83?
	5h 37— 8h 37 „	3,21	3,13	3,69	3,61	1,23	1,20	0,74	
	9h 6—11h 6 „	3,22	2,94	2,44	2,16	1,22	1,08	0,81	
	11h 23 V—12h 23 N	1,48	1,42	1,21	1,15	1,21	1,15	0,76	
	12h 52— 2h 52 „	3,95	3,28	3,20	2,53	1,60	1,26	0,92	Um 12h 40 erhält das Tier 15 g Galaktose per os.
	3h 11— 5h 11 „	3,87	2,95	3,60	2,68	1,80	1,34	0,97	
	5h 36— 7h 36 „	4,07	3,33	3,63	2,89	1,82	1,44	0,91	
	7h 56— 9h 56 „	3,06	2,65	2,85	2,44	1,42	1,22	0,84	
	10h 36 N—12h 36 V	2,80	2,55	2,46	2,21	1,23	1,10	0,80	
12. II. 98	12h 54— 2h 54 „	2,77	2,61	2,35	2,19	1,17	1,09	0,77	
	3h 12— 6h 12 „	4,43	4,13	3,52	3,22	1,17	1,07	0,79	
	6h 32— 9h 32 „	4,00	3,90	3,56	3,46	1,19	1,15	0,75	
	9h 57—11h 57 „	2,87	2,67	2,41	2,31	1,20	1,15	0,75	
	12h 36— 2h 36 N	4,38	3,71	2,99	2,32	1,49	1,16	0,94	Um 12h 15 erhält d. Tier 15 g Galaktose per os.
	2h 56— 4h 56 „	3,65	2,80	3,53	2,68	1,76	1,34	0,95	
	7h 41— 8h 41 „	1,59	1,44	1,40	1,25	1,40	1,25	0,81	Die Bestimmung 5h 22 — 7h 22 ist misslungen.
	9h 21—10h 21 „	1,63	1,41	1,37	1,15	1,37	1,15	0,86	
	10h 33 N—12h 33 V	2,60	2,31	2,35	2,06	1,17	1,03	0,83	
13. II. 98	12h 57— 8h 57 „	9,11	8,29	8,71	7,89	1,45	1,32	0,79	
	9h 33—11h 33 „	3,17	2,84	2,31	1,92	1,15	0,96	0,84	
	5h 15— 7h 15 N	3,12	2,97	2,35	2,20	1,17	1,10	0,77	
14. II. 98	9h 16—11h 16 V	3,90	3,70	2,34	2,14	1,17	1,07	0,79	

Dieser Versuch, bei dem dreimal Galaktose dargereicht wurde findet seine bestätigende Wiederholung im Versuch VI, nach welchem Tafel 3 gezeichnet ist. Etwas auffallend sind die hohen Quotienten am Morgen des 13. Februar, weshalb noch einige weitere Bestimmungen gemacht wurden.

Die Beobachtung des Harns ergab folgendes:

6/7.	Februar	622	mg N
7/8.	„	974	„ „
8/9.	„	840	„ „
9/10.	„	857	„ „
10/11.	„	723	„ „

Diese Zahl steht also unter dem Einfluss der am 10. gegebenen 15 g Galaktose. Der Harn enthält nach einer Polaristrobometerbestimmung von Dr. Gürber 1,2 g Zucker.

11/12.	Februar	403	mg N	Spuren	v.	Zucker	
12/13.	„	482	„	„	„	„	„
13/14.	„	487	„	„			

Am ersten Zuckertag ist hiernach die Ersparnis an Eiweissbestandteilen des Körpers noch gering. Die N-Abgabe geht an diesem Tage nur um etwa $^1/_8$ des Durchschnittes der vier vorangegangenen N-Zahlen herunter, während sie unter dem Einfluss der zweiten Zuckergabe auf die Hälfte dieses Durchschnittes herabsinkt. Dem entspricht am ersten Zuckertag ein ausgesprochener Zuckerharn, während an beiden folgenden ein Zuckergehalt des Harns kaum mehr angedeutet ist. Wenn man dazu noch die niederen Werte des RQ. am ersten Tage nimmt, so stellt sich ein wohlcharakterisiertes Seitenstück zu dem oben angeführten Befund von Hofmeister zusammen.

Versuch VI. Tafel 3. Tabelle VI. 19. Februar bis 1. März 1898.

Das Kaninchen hat ein Anfangsgewicht von 1892 g gegen 1740 g am ersten Zuckertag. Galaktose-Versuch.

Versuch VII. Tafel 4. Tabelle VII. 5. bis 14. März 1898.

Das Kaninchen hat ein Anfangsgewicht von 1878 g gegen 1586 g am ersten Zuckertag. Dextrose-Versuch.

Tabelle VI.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
24. II. 98	9h 20—11h 20 V	3,68	3,53	2,73	2,58	1,36	1,27	0,77	
	11h 39 V—12h 39 N	1,68	1,60	1,34	1,26	1,34	1,26	0,77	
	1h 5 - 3h 5 „	3,26	2,91	3,00	2,65	1,50	1,32	0,81	Um 12h 50 erhält das Tier 15 g Galaktose per os.
	3h 23 - 5h 23 „	2,82	2,54	2,98	2,70	1,49	1,35	0,79	
	5h 47— 7h 47 „	3,11	2,55	3,13	2,57	1,56	1,28	0,88	
	8h 6—10h 6 „	3,13	2,84	3,40	3,11	1,70	1,55	0,79	
	10h 29 N—12h 29 V	3,06	2,72	3,27	2,93	1,63	1,46	0,80	
25. II. 98	12h 56— 3h 56 „	4,47	4,08	4,62	4,23	1,54	1,41	0,79	
	4h 13— 8h 13 „	4,26	4,09	5,60	5,43	1,40	1,36	0,74	
	8h 36—10h 36 „	4,30	4,03	3,15	2,88	1,57	1,44	0,79	
	10h 58 V—11h 58 N	2,64	2,66	1,64	1,66	1,64	1,66	0,71	
	12h 27— 2h 27 „	4,77	4,29	3,34	2,86	1,67	1,43	0,85	Um 12h 10 erhält das Tier 15 g Galaktose per os.
	2h 53— 4h 53 „	3,73	2,81	3,83	2,91	1,91	1,45	0,95	
	5h 19— 7h 19 „	3,99	3,13	3,58	2,72	1,79	1,36	0,95	
	7h 39— 9h 39 „	3,72	3,08	3,46	2,82	1,73	1,41	0,88	
	10h 2 N—1h 2 V	4,80	4,25	4,51	3,96	1,50	1,32	0,82	
26. II. 98	1h 35— 6h 35 „	7,22	6,80	6,73	6,31	1,35	1,26	0,77	
	6h 49— 8h 49 „	2,35	2,43	2,83	2,91	1,41	1,45	0,70	
	9h 9—11h 9 „	3,26	3,03	2,87	2,64	1,43	1,32	0,78	
	11h 28 V—12h 28 N	1,50	1,44	1,43	1,37	1,43	1,37	0,75	
	12h 52— 2h 52 „	4,73	4,24	3,53	3,04	1,76	1,52	0,84	Um 12h 40 erhält das Tier 15 g Galaktose per os.
	3h 20— 5h 20 „	3,87	2,92	3,75	2,80	1,87	1,40	0,97	
	5h 40— 7h 40 „	4,03	3,29	3,48	2,74	1,74	1,37	0,92	
	7h 59— 9h 59 „	3,89	3,32	3,42	2,85	1,71	1,42	0,87	
	10h 17 N—12h 17 V	3,44	2,91	3,03	2,50	1,51	1,22	0,87	
27. II. 98	12h 51— 1h 51 „	2,11	2,16	1,35	1,40	1,35	1,40	0,70	
	2h 9— 4h 9 „	3,55	3,31	2,63	2,39	1,31	1,19	0,79	
	4h 37— 8h 37 „	5,38	4,93	5,33	4,88	1,33	1,22	0,71	
	8h 55—10h 55 „	3,54	3,40	2,68	2,54	1,34	1,27	0,76	

Tabelle VII.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
9. III. 98	9h 9—11h 9V	3,67	3,53	2,44	2,30	1,22	1,15	0,77	
	11h 27V—12h 27N	1,28	1,30	1,21	1,23	1,21	1,23	0,69	
	12h 55— 2h 55 „	3,25	3,12	3,03	2,90	1,51	1,45	0,75	Um 12h 40 erhält das Tier 15 g Dextrose p. os.
	3h 13— 5h 13 „	3,32	2,83	3,19	2,70	1,59	1,35	0,83	
	5h 32— 7h 32N	4,02	3,36	3,27	2,61	1,63	1,30	0,91	
	7h 51— 9h 51 „	3,35	2,81	3,15	2,61	1,57	1,31	0,87	
	10 9N— 1h 9V	4,70	4,00	4,15	3,45	1,38	1,15	0,87	
10. III. 98	2h 2— 7h 2 „	6,75	6,12	6,28	5,65	1,25	1,13	0,80	
	7h 20— 9h 20 „	2,92	2,65	2,59	2,32	1,29	1,16	0,81	
	9h 38V—12h 38N	3,78	3,56	3,59	3,37	1,19	1,12	0,77	
	1h 5— 3h 5 „	3,37	2,77	2,99	2,39	1,49	1,19	0,90	Um 12h 50 erhält das Tier 15 g Dextrose per os.
	3h 20— 5h 20 „	5,05	3,94	3,81	2,70	1,90	1,35	1,22	
	5h 45— 7h 45 „	5,02	3,93	3,71	2,62	1,85	1,31	1,26	
	8h 5—10h 5 „	3,07	2,51	2,77	2,21	1,39	1,10	0,91	
	10h 23N—12h 23V	2,73	2,33	2,41	2,01	1,20	1,00	0,87	
11. III. 98	12h 45— 3h 45 „	4,40	4,00	3,67	3,23	1,19	1,07	0,82	
	4h 23— 8h 23 „	4,85	4,33	4,75	4,23	1,19	1,06	0,81	
	8h 53—10h 53 „	2,51	2,30	2,29	2,08	1,13	1,04	0,71	
	11h 9V—12h 9N	1,33	1,23	1,15	1,05	1,15	1,05	0,79	
	12h 35— 2h 35 „	4,05	3,45	3,20	2,60	1,60	1,30	0,89	Um 12h 25 erhält das Tier 15 g Dextrose per os.
	2h 53— 4h 53 „	4,76	3,75	3,73	2,72	1,87	1,36	0,99	
	5h 13— 7h 13 „	4,16	3,10	3,30	2,24	1,65	1,12	1,07	
	7h 31—9h 31 „	3,25	2,72	2,70	2,17	1,35	1,08	0,90	
	9h 50N—12h 50V	3,80	3,18	3,45	2,83	1,15	0,94	0,88	
12. III. 98	1h 10— 6h 10 „	6,55	5,42	5,50	4,37	1,10	0,87	0,91	
	6h 33— 8h 33 „	2,27	2,18	2,40	2,31	1,20	1,15	0,75	
	8h 50—10h 50 „	2,90	2,89	2,35	2,34	1,17	1,17	0,72	
	11h 5V—12h 5N	1,48	1,12	1,25	0,89	1,25	0,89	1,17	Dieser einstündige Versuch ist unverständlich.
	12h 38— 3h 38 „	4,32	4,07	3,45	3,20	1,15	1,07	0,78	

Es dürfte passend erscheinen, diese beiden Versuche, deren Einzelheiten aus Tafeln und Tabellen klar hervorgehen, zusammen zu besprechen, weil sie zum Vergleiche einladen und mit den

beiden einfachen Zuckern angestellt sind, aus denen sich der Traubenzucker zusammensetzt. Wenn man den Kurven nachgeht, wird man auf beiden Tafeln die oben als gemeinsam bezeichneten Merkmale wiederfinden. Der erste Zuckertag nimmt gewissermassen die Stelle eines Auftaktes ein, die beiden nächsten folgen mit den typischen Ausschlägen. Und doch stehen beide Kurvenbilder in einem gewissen Kontraste zu einander. Der Traubenzucker nimmt offenbar einen viel energischeren Anteil an den Verbrennungen des Körpers; der RQ. steigt auf eine Stufe, die er in keinem der angestellten Versuche erreicht und zwar allemal, nachdem eine bedeutende Vorarbeit des Organismus durch parallele Erhebung der absoluten Gaswerte indiziert ist. — Ob es hiermit, d. h. mit einem reichlicheren Verbrauch des zugeführten Ersatzmateriales, zusammenhängt, dass der Ersparnisbetrag an Harn-N relativ geringer, die Rückkehr zu den ursprünglichen Hungerausgaben an N eine raschere ist, wie sie Tafel 3 im Vergleich zu 4, aber besonders zu 5 und 6 zeigt möchte nicht direkt behauptet werden, doch sei auf dieses Zusammentreffen hingewiesen.

Zahlen des Harnstickstoffes:

Versuch VI (Galaktose)		Versuch VII (Dextrose)	
			Wismutprobe
19/20. Februar	762 mg N	5/6. März	481 mg N
20/21. „	918 „ „	6/7. „	707 „ „
21/22. „	728 „ „	7/8. „	616 „ „
22/23. „	806 „ „	8/9. „	711 „ „
23/24. „	694 „ „	9/10. „	453 „ „ positiv
24/25. „	532 „ „	10/11. „	373 „ „ negativ
25/26. „	448 „ „	11/12. „	347 „ „ negativ
26/27. „	386 „ „	12/13. „	622 „ „ negativ
27/28. „	504 „ „	13/14. „	593 „ „
28. II./1. III.	571 „ „		

Versuch VIII. Tabelle VIII. 13. bis 20. März 1898.

Das Kaninchen hatte ein Anfangsgewicht von 1986 g zu 1647 g am ersten Zuckertag. Galaktose-Versuch.

Der vorliegende ist ein Parallelversuch zu V und VI und bestätigt das dort gezeigte, insbesondere wieder im Vergleich zur Wirkung der Dextrose auf den Gaswechsel eine gewisse, grössere Nachhaltigkeit der Galaktose-Wirkung.

Tabelle VIII.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
17. III. 98	9h 11—11h 11 V	3,72	3,65	2,63	2,56	1,31	1,28	0,74	
	11h 25V—12h 25N	1,57	1,53	1,24	1,20	1,24	1,20	0,74	
	12h 58— 2h 58 „	3,81	3,56	2,98	2,73	1,49	1,36	0,79	Um 12h 40 erhält das Tier 15 g Galaktose per os.
	3h 17— 5h 17 „	3,73	3,26	3,20	2,73	1,60	1,36	0,85	
	5h 37— 7h 37 „	3,43	3,07	2,97	2,61	1,48	1,30	0,82	
	7h 57— 9h 57 „	4,70	4,32	3,37	2,99	1,68	1,48	0,82	
	10h 18N—12h 18V	4,52	3,92	3,12	2,52	1,56	1,26	0,90	
18. III. 98	12h 32— 2h 32 „	3,68	3,36	2,82	2,50	1,42	1,25	0,82	
	3h 2— 7h 2 „	7,80	7,34	5,84	5,38	1,46	1,36	0,78	
	7h 25— 9h 25 „	3,52	3,22	2,71	2,41	1,35	1,20	0,81	
	9h 40V—12h 40N	4,93	4,79	3,86	3,72	1,29	1,17	0,75	
	1h 9— 3h 9 „	5,27	4,78	3,13	2,64	1,56	1,32	0,86	Um 1 Uhr erhält das Tier 15 gr Galaktose per os.
	3h 28— 5h 28 „	6,55	5,56	3,61	2,62	1,80	1,31	0,99	
	5h 44— 7h 44 „	8,12	7,22	3,84	2,94	1,92	1,47	0,95	
	8h 2—10h 2 „	6,55	5,92	3,28	2,65	1,64	1,32	0,90	
	10h 39N—12h 39V	5,77	5,49	2,62	2,34	1,31	1,17	0,81	
19. III. 98	1h 5— 3h 5 „	5,55	5,25	2,76	2,46	1,38	1,23	0,81	
	3h 23— 7h 23 „	8,13	7,57	5,14	4,58	1,28	1,14	0,81	
	7h 39— 9h 39 „	4,07	3,85	2,59	2,37	1,29	1,18	0,79	
	9h 56—11h 56 „	3,45	3,42	2,41	2,38	1,20	1,19	0,73	
	12h 31— 2h 31 N	6,43	5,66	3,79	3,02	1,89	1,51	0,91	Um 12h 10 erhält das Tier 10 g Galaktose per os.
	2h 50— 5h 40 „	7,57	6,72	3,27	2,42	1,63	1,21	0,98	
	5h 15— 7h 15 „	10,11	9,60	4,02	3,51	2,01	1,75	0,83	
	7h 31— 9h 31 „	7,40	6,90	2,96	2,46	1,48	1,23	0,87	
	9h 51—11h 51 „	6,65	6,42	2,72	2,49	1,36	1,24	0,79	
20. III. 98	12h 5— 3h 5 V	7,91	7,48	4,10	3,67	1,37	1,23	0,81	
	3h 19— 7h 19 „	9,97	9,70	5,30	5,23	1,30	1,28	0,73	
	7h 46— 9h 46 „	5,03	4,94	2,44	2,35	1,22	1,17	0,75	
	10h 23V—12h 23N	5,03	5,12	2,35	2,44	1,17	1,22	0,70	

Die Zahlen des Harnstickstoffs sind:

		Wismutprobe
13/14. März	1226 mg N	
14/15. „	1002 „ „	
15/16. „	874 „ „	
16/17. „	784 „ „	
[1])17/18. „	560 „ „	positiv
18/19. „	515 „ „	positiv
19/20. „	403 „ „	positiv

Versuch IX. Tafel 5. Tabelle IX. 14.—22. Juli 1898.

Das Kaninchen hat ein Anfangsgewicht von 2052 g gegen 1792 g am ersten Zuckertage.

Versuche X. Tafel 6. Tabelle X. 28. Juli bis 5. August 1898.

Das Kaninchen hat ein Anfangsgewicht von 2055 g zu 1803 g am ersten Zuckertage.

Laktose-Versuche.

Tabelle IX.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
19. VII. 98	7h 25— 9h 25 V	4,10	4,25	2,83	2,98	1,41	1,49	0,69	
	9h 40—11h 40 „	2,58	2,73	2,52	2,67	1,26	1,33	0,68	
	12h 10— 2h 10 N	3,77	3,79	2,99	3,01	1,49	1,50	0,72	Um 12 Uhr erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	2h 26— 4h 26 „	3,10	3,11	2,78	2,79	1,39	1,39	0,72	
	4h 42— 6h 42 „	3,80	3,62	2,82	2,62	1,41	1,31	0,78	
	7h 5— 9h 5 „	3,75	3,71	2,89	2,85	1,44	1,42	0,73	
	9h 25—11h 25 „	4,42	4,20	2,98	2,76	1,49	1,38	0,78	
	11h 47 N—1h 47 V	4,32	4,20	2,99	2,87	1,49	1,43	0,77	
20. VII. 98	2h 1— 6h 1 „	6,80	5,97	6,01	5,18	1,50	1,29	0,84	Von 6h 1—9h 5 Unterbrechung wegen Stör. d. Wasserleit.
	9h 5 V—12h 5 N	6,25	5,85	4,30	3,90	1,43	1,30	0,79	V. 12h 5—4h 23 ebenso.
	4h 23— 6h 23 „	4,68	4,35	3,30	2,97	1,65	1,48	0,80	Um 4 Uhr erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	6h 45— 8h 45 „	3,62	3,14	3,14	2,66	1,57	1,33	0,85	

[1]) Unter dem Einfluss der ersten Zuckergabe.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
20.VII.98	9h 1—11h 1N	3,29	2,54	3,24	2,49	1,62	1,24	0,94	
	11h 19N—2h19V	5,00	3,83	5,08	3,91	1,69	1,30	0,94	
21.VII.98	2h35— 6h35 „	6,50	5,39	6,21	5,10	1,55	1,22	0,88	
	6h58— 8h58 „	2,72	2,50	2,71	2,49	1,35	1,24	0,79	
	9h14—11h14 „	3,02	2,81	2,87	2,66	1,43	1,33	0,78	
	12h57— 2h57N	4,42	3,89	3,48	2,95	1,74	1,47	0,85	Um 12 Uhr erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	3h13— 5h13 „	3,97	3,43	3,54	3,00	1,77	1,50	0,85	
	5h34— 7h34 „	4,06	3,44	3,48	2,86	1,74	1,43	0,88	
	7h49— 9h49 „	3,88	3,05	3,48	2,65	1,77	1,32	0,93	
	10h12N—12h12V	3,35	2,74	3,22	2,61	1,61	1,30	0,89	
22.VII.98	12h25— 3h25 „	4,50	3,88	4,34	3,72	1,45	1,24	0,85	
	3h40— 6h40 „	4,05	3,73	3,98	3,66	1,33	1,22	0,79	
	6h58— 8h58 „	2,73	2,62	2,88	2,77	1,44	1,38	0,75	
	9h11V—12h11N	4,05	3,93	4,03	3,91	1,34	1,30	0,75	

Tabelle X.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
1. VIII. 98	8h17—10h17V	3,45	3,45	2,54	2,54	1,27	1,27	0,72	
	10h29V—12h29N	2,54	2,62	2,53	2,61	1,26	1,30	0,70	
	12h54— 2h54 „	3,80	3,76	3,00	2,96	1,50	1,48	0,73	Um 12 h40 erhält das Tier 15 g Laktose p. os
	3h14— 5h14 „	3,82	3,62	2,97	2,77	1,48	1,38	0,77	
	5h35— 7h35 „	4,48	4,35	3,06	2,93	1,53	1,46	0,76	
	7h47— 9h47 „	5,39	5,10	3,20	2,91	1,60	1,45	0,79	
	10h 1N—12h 1V	5,23	4,95	3,06	2,78	1,53	1,39	0,80	
2. VIII. 98	12h16— 2h16 „	4,45	4,02	3,17	2,74	1,59	1,37	0,84	
	2h32— 6h32 „	7,25	6,67	6,05	5,47	1,51	1,37	0,80	
	6h50— 8h50 „	3,92	3,46	2,92	2,46	1,46	1,23	0,86	
	9h 5V—12h 5N	4,58	4,31	4,04	3,77	1,35	1,26	0,78	
	12h49— 2h49 „	4,47	4,01	3,06	2,60	1,53	1,30	0,85	Um 12 h 30 erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	3h 6— 5h 6 „	4,11	3,57	3,38	2,84	1,69	1,42	0,86	
	5h19— 7h19 „	3,98	3,23	3,20	2,45	1,60	1,22	0,95	
	7h32— 9h32 „	4,12	3,56	3,43	2,87	1,71	1,43	0,87	
	9h58—11h58 „	3,73	3,08	3,18	2,53	1,59	1,27	0,88	

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
3. VIII. 98	12h 12— 2h 12 V	3,73	3,22	3,25	2,74	1,62	1,37	0,86	
	2h 26— 6h 26 „	6,40	5,70	5,68	4,98	1,42	1,27	0,82	
	6h 43— 9h 43 „	4,70	4,42	4,02	3,74	1,34	1,25	0,77	
	9h 57—11h 57 „	3,23	3,02	2,58	2,37	1,29	1,18	0,79	
3. VIII. 98	1h 5— 3h 5 N	4,49	4,33	2,84	2,68	1,42	1,34	0,77	Um 12h 30 erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	3h 24— 5h 24 „	4,90	4,13	3,54	2,76	1,76	1,38	0,93	
	5h 41— 7h 41 „	4,10	3,24	3,27	2,41	1,63	1,20	0,99	
	7h 56— 9h 56 „	4,82	4,14	3,50	2,82	1,75	1,42	0,90	
	10h 12 N—12h 12 V	3,67	3,12	3,10	2,55	1,55	1,28	0,88	
4. VIII. 98	12h 27— 2h 27 „	3,75	3,37	3,05	2,67	1,53	1,34	0,83	
	2h 43— 6h 43 „	5,56	4,93	5,16	4,53	1,29	1,14	0,82	
	7h 7—10h 7 „	4,61	4,19	3,79	3,37	1,26	1,12	0,81	
	10h 20 V—12h 20 N	2,72	2,65	2,44	2,37	1,22	1,18	0,75	
	12h 54— 2h 54 „	4,88	4,62	2,90	2,64	1,45	1,32	0,80	Um 12h 40 erhält das Tier 15 g Laktose per os.
	3h 11— 5h 11 „	3,89	3,22	3,19	2,52	1,59	1,26	0,92	
	5h 25— 7h 25 „	4,64	3,88	3,43	2,67	1,71	1,33	0,93	
	7h 37— 9h 37 „	4,33	3,63	3,00	2,30	1,50	1,15	0,94	
	9h 50—11h 50 „	3,37	3,12	2,72	2,47	1,36	1,23	0,80	
5. VIII. 98	12h 4— 3h 4 V	4,35	3,95	3,79	3,39	1,26	1,13	0,81	
	3h 17— 7h 17 „	5,45	4,95	4,89	4,39	1,22	1,09	0,80	
	7h 42— 9h 42 „	2,80	2,70	2,30	2,20	1,15	1,10	0,76	

Diese beiden Versuche bilden wiederum eine Gruppe. Sie sind mit sehr ähnlichen Tieren und dem gleichen Zucker angestellt und verlaufen parallel. Mit besonderer Deutlichkeit treten die oben als gemeinsam bezeichneten Merkmale der Kurven hervor; die vorgängige Erhebung der absoluten Gaswerte, ehe sich die Linie des RQ. erhebt, das langsame Ansteigen des RQ. am ersten Tage, oder in diesen beiden Fällen eigentlich über den ersten Tag hinweg zum zweiten, denn der erste enthält keinen ausgesprochenen Kulminationspunkt. Der vierte Zuckertag, der beim Versuch X noch hinzugefügt wurde, bringt nichts wesentlich neues. Nur sieht man besonders deutlich, wie das Minimum der absoluten Gaswerte jeden Tag etwas tiefer zu liegen kommt. Diese

beiden Kurven, verglichen mit den Dextrose- und Galaktose-Kurven lassen keinen Zweifel, dass, wie oben entwickelt wurde, der Milchzucker langsamer als jene in den Kreislauf gelangt, dann aber, d. h. nach seiner Zerlegung, die in der Darmwand stattfinden muss, nach Massgabe seiner Spaltungsprodukte verwertet wird.

Die Zahlen des Harnstickstoffs sind:

Versuch IX.				Versuch X.			
			Wismutprobe				Wismutprobe
14/15. Juli	1372 mg N			28/29. Juli	1246 mg N		
15/16. „	1170 „ „			29/30. „	1142 „ „		
16/17. „	935 „ „			30/31. „	963 „ „		
17/18. „	817 „ „			31.VII/1.VIII.	938 „ „		
18/19. „	784 „ „			1/2. August	823 mg N		positiv
19/20. Juli	730 mg N		Spuren	2/3. „	465 „ „		negativ
20/21. „	386 „ „		v. Zucker	3/4. „	378 „ „		negativ
21/22. „	358 „ „		„	4/5. „	454 „ „		Spur

Die vorstehenden zwei Zahlenreihen sprechen ebenfalls deutlich für die Annahme, die eben ausgesprochen wurde und in diesen Versuchen begründet werden sollte. Der Strich durch dieselben ist so geführt, dass die darunter stehenden Zahlen unter dem Einfluss der Zuckerinjektionen stehen. Man sieht hier, dass die erste Zahl unter dem Strich beidemale noch kaum von einer Ersparnis zeugt, um so entschiedener die zweite. Etwas kleiner ist die N-Zahl des zweiten Zuckertages zwar immer, als die des ersten, aber in diesem grossen Abstande beider Zahlen bei der Laktose dokumentiert sich eben die mehrfach betonte relative Verschiedenheit des Milchzuckers von den anderen behandelten Zuckern.

Versuch XI. Tafel 7. Tabelle XI. 27. bis 30. August 1898. Das junge, zarte Kaninchen hat ein Anfangsgewicht von 1402 g (27. Aug.) gegen 1006 g am ersten Zuckertag (29. August). Am zweiten Zuckertag erfolgte etwa fünf Stunden nach Darreichung des Zuckers der Tod.

(Laktose-Versuch).

Tabelle XI.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
29.VIII.98	8h39—10h39 V	4,23	3,85	2,10	1,72	1,05	0,86	0,88	
	10h57V—12h57N	3,82	3,57	1,87	1,62	0,93	0,81	0,84	
	2h47— 4h47 „	4,70	4,26	3,20	2,76	1,60	1,38	0,84	Um 2h 30 erhält das Tier 15 g Laktose p. os.
	5h10— 7h10 „	4,40	3,81	2,15	1,56	1,07	0,78	0,99	
	7h36— 9h36 „	4,45	3,90	2,10	1,55	1,05	0,77	0,98	
	9h54—11h54 „	4,35	3,80	2,27	1,77	1,13	0,86	0,95	
30.VIII.98	12h 7— 2h 7V	4,20	3,74	2,30	1,84	1,15	0,92	0,90	
	2h34— 6h34 „	8,17	7,00	4,27	3,10	1,07	0,73	0,99	
	7h 8—10h 8 „	6,24	5,51	3,14	2,41	1,05	0,80	0,94	
	10h25V—12h25N	3,63	3,15	2,03	1,55	1,01	0,77	0,94	
	12h49— 2h49 „	4,17	3,74	1,75	1,32	0,87	0,66	0,96	Um 12h35 erhält das Tier 15 g Laktose p. os.
	3h 2— 5h 2 „	4,72	4,42	1,37	1,07	0,68	0,53	0,93	

Die Zahlen des Harnstickstoffes sind:

27/28. August 1260 mg N
28/29. „ 2080 „ „
29/30. „ 1079 „ „ Zucker kaum nachweisbar: Spur.

Auf diesen jungen und fettarmen Organismus hat der Hunger weit rascher und eingreifender gewirkt, als auf die ausgewachsenen Tiere. N-Ausscheidung sowohl, als der RQ. bei den Anfangsbestimmungen zeugen von hochgradigem Eiweisszerfall; die Gewichtsabnahme ist rapid. — Die Reaktion des Gaswechsels auf die Milchzuckerdarreichung am ersten Tage weicht charakteristisch von den bisherigen Beobachtungen ab. Nach dem anfänglich parallelen Emporschnellen der absoluten Gaswerte, welches durch deren ursprüngliche Niedrigkeit noch auffallender wird, ändert sich der Quotient gleich am ersten Tage rasch und entschieden dem Typus der Kohlehydratverbrennung zu, um dann unter 0,90 nicht mehr zu sinken. Zugleich verringert sich die N-Ausgabe im Harne um einen sehr erheblichen Betrag, 50% des vorhergehenden, ein volles Gramm Stickstoff, während die grössten bisher notierten Differenzen zwischen den N-Zahlen zweier Tage 3—400 mg ausmachten. Jene

oft konstatierte Zurückhaltung des Organismus am ersten Tage nach der Zuckerdarreichung besteht also hier nicht. Bemerkenswert ist dabei, dass der betr. Harn eine Zuckerreaktion kaum gab. Der Milchzucker ist also rascher gespalten worden, in den Kreislauf gelangt und assimiliert worden, als in den bisherigen Versuchen. Als Erklärungsgrund ist anzunehmen, dass das Tier als junger Organismus die Laktose leichter und behender spaltete und die Spaltungsprodukte lebhafter assimilierte. Dass die Wand des jugendlichen Darms auf Milchzucker lebhafter invertierend wirkt, als die des erwachsenen ist oben (p. 9 f.) erwähnt worden. — Am folgenden Tage reagierte das Tier nicht mehr auf die Zuckerinjektion und verendete nach Erreichung minimaler Gaswerte.

Zusammenfassung.

Die mitgeteilten Versuche zeigen, dass der Milchzucker in ganz ähnlicher Weise, wie andere Zucker, einfache und Doppelzucker, in den Stoffwechsel des hungernden Kaninchen eingreift. Damit ist gesagt, dass er gespalten wird, bevor er in den Kreislauf kommt; denn unzerlegt wird er im Organismus nicht verwendet, sondern wieder ausgeschieden.

Der qualitative Nachweis, dass Laktose verwertet wird, ist erbracht und ein gewisser, für sie bezeichnender Modus der Verwertung festgestellt; eine andere Frage ist aber die, ob die aufgezeichneten Zahlenwerte einen quantitativen Aufschluss über den Verbleib der gesamten eingeführten Zuckers geben?

Dass der Mehrbetrag ausgeschiedener Kohlensäure weit entfernt ist, dem mit dem Zucker eingeführten Kohlenstoff zu entsprechen, hat Schwartz[1]) bei einem Zucker-Versuche am gefütterten Tier gezeigt. Im vorliegenden Falle stellt sich die Berechnung für einen Zuckertag, wie folgt: In den 15 Stunden, während welcher man im besten Fall eine Einwirkung der Zuckergabe bemerken kann, hätte das hungernde Versuchstier durchschnittlich ungefähr 1,30 g CO_2 pro Stunde abgegeben, nach Darreichung

[1]) „Über den Einfluss der Nahrungszufuhr auf den stationären Stoffwechsel.“ Diss. Würzburg (Gürber) 1896.

von 15 g Laktose z. B. hat es in der That im Durchschnitt 1,60 g CO_2 in der Stunde ausgeatmet. Das wäre ein Mehr von 0,3 g in der Stunde, oder 4,5 g in 15 Stunden. Nun entsprechen 15 g Laktose 6 g Kohlenstoff, woraus rund 21 g CO_2 gebildet werden können. Es wäre also im besten Fall — denn dieser ist bei den angenommenen Werten zu Grunde gelegt — der fünfte Teil des mit dem Zucker eingeführten Kohlenstoffes als CO_2 wieder erschienen.

Hierzu käme noch die Ersparnis an Eiweiss, wenn man diese in einen so direkten Zusammenhang mit der Zuckerzufuhr bringen will. 400 mg Stickstoff = 2,5 g Eiweiss würden also 2,5 g Kohlehydrat im Kraftwechsel des Organismus entsprechen. Diese zu jenen 3 g gerechnet, würde also das Verschwinden von etwas mehr als dem dritten Teil des gegebenen Zuckers erklären. Dazu kommen noch kleine Verluste im Harn und eventuell mit diarrhoischem Stuhl. Die Hauptmenge des Zuckers verbleibt im Organismus, sie wird zum Teil für eine grössere oder kleinere Reihe von Stunden in Gestalt von Glykogen abgelagert, sie bleibt aber, und das ist die Hauptsache, Bestandteil des Körpers, dessen gesunkene Ökonomie und mit jedem Tage mehr in Frage gestellte Funktionsfähigkeit sie wieder bessert.

2. Glykogenversuche.

a) Versuchstechnik.

Die dem eben getöteten Tiere rasch entnommene und gewogene Leber wurde in kochendes, mit etwas Essigsäure versetztes Wasser gebracht, gekocht, sorgfältig zerrieben, in den Kochtopf mit dem ursprünglichen, dekantierten Kochwasser hineingewaschen, noch einmal gekocht, auf ein Faltenfilter gebracht und mit dem Filter immer von neuem in wenig frischem Wasser aufgekocht und abfiltriert, bis alles Glykogen in Lösung war. Die Lösung wurde auf dem Wasserbad eingeengt, und das kleine Volum in einem Messcylinder auf ein bestimmtes Quantum verdünnt. Fällung mit $^2/_3$ Alkohol. Der Niederschlag wird auf dem Filter mit $^2/_3$ Alk., Alk. abs., Äther und Alk. abs. ausgewaschen und bei 100° getrocknet. Durch Bestimmung der Asche und des Stickstoffes, der auf Eiweiss

umgerechnet wird, wurde das Gewicht des trockenen Niederschlags korrigiert.

Der Magen-Darmkanal wird mit seinem Inhalt ca. $^3/_4$ Stunde gekocht, der abgegossene Brei in einem Messcylinder auf ein bestimmtes Quantum gebracht, davon ein gemessener Teil mit basischem Bleiacetat gefällt und durch Tierkohle filtriert. Herr Dr. Gürber hatte dann die Güte, den Zuckergehalt mittelst des Polaristrobometers zu bestimmen.

In den aus der Muskulatur genommenen Proben wurden nennenswerte Glykogenmengen nicht gewonnen.

b) Die einzelnen Versuche.

Versuch I. Kaninchen von 2340 g Anfangsgewicht wird am 8. Februar 1898 auf Hunger gesetzt.

Am 15. Februar, dem siebenten Hungertag wog das Tier 1936 g.

Ein angestellter Stoffwechselversuch ergab an diesem Tage die Zahlen der Tabelle XII (Galaktose-Versuch).

Tabelle XII.

Datum	Versuchszeit	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
15. II. 98	10 h 8—11 h 8 V	2,22	2,30	1,59	1,67	1,59	1,67	0,69	
	10 h 36 V—2 h 36 N	6,20	5,57	4,93	4,30	1,64	1,43	0,83	Um 11 h 25 erhält das Tier 20 g Galaktose per os.
	3 h 14— 5 h 14 „	3,52	2,96	3,31	2,75	1,65	1,37	0,97	
	5 h 33— 7 h 33 „	3,39	2,97	3,34	2,92	1,67	1,46	0,83	

Hierauf, d. h. acht Stunden nach der Darreichung der Galaktose, auf welche, wie man sieht, der RQ. deutlich reagiert, wird das Tier getötet (in diesem und allen folgenden Fällen durch Nackenschlag).

In der 64 g schweren Leber fanden sich 3,5 g Glykogen.

Der Harn reduziert Wismuthoxyd lebhaft.

Im Magendarmkanal wurden nach der genannten Methode bei 700 ccm Flüssigkeit 0,82%, also 5,74 g Zucker vorgefunden.

Versuch II. Kaninchen von 2500 g am 24. Februar 1898 auf Hunger gesetzt. Am 4. März bei einem Gewicht von 1890 g Stoffwechselversuch: Tabelle XIII. (Galaktose-Versuch.)

Tabelle XIII.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
4. III. 98	9 h 9—11 h 9 V	3,07	2,82	2,58	2,33	1,29	1,16	0,80	
	12 h 19 — 2 h 19 N	7,82	7,37	3,32	2,87	1,66	1,43	0,84	Um 12 h 10 erhält das Tier 20 g Galaktose per os.
	2 h 58— 4 h 58 „	8,75	8,15	3,24	2,64	1,62	1,32	0,89	
	5 h 22— 7 h 22 „	8,80	8,06	3,38	2,64	1,69	1,32	0,92	
	7 h 54— 8 h 54 „	4,27	3,92	1,77	1,42	1,77	1,42	0,90	

Bemerkenswert ist der hohe Anfangs-RQ. Es ist der neunte Hungertag, und wohl schon ein lebhafterer Eiweisszerfall eingetreten.

Die neun Stunden nach der Darreichung der Galaktose dem Tier entnommene 48 g schwere Leber enthielt 1,5 g Glykogen.

Versuch III. Kaninchen von 2600 g am 21. September 1898 auf Hunger gesetzt.

27. September, Gewicht 2110 g. Stoffwechselversuch Tab. XIV. Milchzucker-Versuch.

Tabelle XIV.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
27. IX. 98	7 h 7— 9 h 7 V	4,46	4,37	4,07	3,98	2,03	1,99	0,74	
	9 h 29—11 h 29 „	2,78	2,78	3,24	3,24	1,62	1,62	0,72	
	12 h 5— 2 h 5 N	3,95	3,77	3,52	3,34	1,76	1,67	0,76	Um 11 Uhr 45 erhält d. Tier 30 g Laktose per os.
	2 h 20— 4 h 20 „	2,34	2,10	2,98	2,74	1,49	1,37	0,79	
	4 h 37— 7 h 37 „	4,26	4,11	4,65	4,50	2,32	2,25	0,75	

Die Zahlen des Harnstickstoffes in der Hungerperiode sind folgende:

21/22.	September	1344 mg
22/23.	„	1025 „
23/24.	„	1101 „
24/25.	„	1092 „
25/26.	„	1041 „
26/27.	„	1022 „

in den acht weiteren Stunden, die also auf den siebenten Hungertag fallen, 375 mg, auf 24 Stunden berechnet 1126 mg.

In der acht Stunden nach der Zuckerdarreichung entnommenen, 39 g schweren Leber fanden sich nur 0,54 g Glykogen.

Dieser Versuch ist wegen seines negativen Resultates instruktiv. Der RQ. war fast unbeeinflusst geblieben, eine Ersparnis der N-Ausgaben nicht eingetreten und eine ganz unerhebliche Menge Glykogen in der Leber zu konstatieren. Dagegen enthielt der Magen-Darmkanal noch 28,8 g Zucker, also fast die ganze eingeführte Menge. Die hohen absoluten Gaswerte am Schlusse der Tabelle sind jedenfalls auf Rechnung der erregten Peristaltik des Darmes zu setzen, welcher sich sehr reich an Kot erwies. Dieser Befund steht in einem scharfen Gegensatz zu dem auf Tafel 7 aufgezeichneten, wo das junge Tier mit Lebhaftigkeit die Laktose resorbierte. Freilich wäre im letzteren Falle die Ausbeute an Glykogen auch eine minimale gewesen, weil der ausgehungerte Organismus es nicht zu dessen Ablagerung hätte kommen lassen.

Man kann übrigens vermuten, dass nach wiederholten Milchzuckergaben während eines längeren Zeitraumes, auch in diesem Falle eine erhebliche Glykogenablagerung erfolgt wäre.

Versuch IV. Kaninchen von 2210 g wird am 29. Oktober 1898 auf Hunger gesetzt.

Am 4. Nov., Gewicht 1500 g Stoffwechselversuch: Tabelle XV. (Galaktose-Versuch).

Tabelle XV.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
4. XI. 98	12h 32— 2h 32 N	4,36	4,04	2,61	2,29	1,30	1,14	0,83	
	2h 48— 5h 48 „	3,88	3,47	3,39	2,98	1,13	0,99	0,82	
	6h 15— 8h 15 „	4,20	3,66	2,78	2,24	1,39	1,12	0,90	Um 5 h 55 erhält das Tier 20 g Galaktose per os.
	8h 37—10h 37 „	6,18	5,51	3,08	2,41	1,54	1,20	0,93	
	10h 54 N—1h 54 V	7,44	6,67	4,10	3,33	1,37	1,11	0,89	
5. XI. 98	2h 7— 6h 7 „	7,38	5,91	—	—	—	—	—	Eine Absorptionsröhre hatte nicht bis zu Ende funktioniert.
	6h 30— 8h 30 „	4,40	3,77	2,97	2,34	1,48	1,17	0,92	
	8h 44—10h 44 „	3,55	3,07	2,50	2,02	1,25	1,01	0,89	

Zahlen des Harnstickstoffes:

3/4. November 4073 mg N.

Am 5. November enthielt der 17stündige Harn 1281 mg also auf 24 Stunden berechnet 1808 mg N.

Die 17 Stunden nach der Galaktose-Darreichung am siebenten Hungertag entnommene, 32 g schwere Leber enthält 0,78 g Glykogen.

Polaristrobometerbestimmung: Harn: 3,13 g Zucker
Magen-Darmkanal: Spuren.

Das einzige gemeinsame zwischen diesem und dem vorhergehenden Versuch ist der niedere Glykogenwert. Dagegen ist hier der Zucker fast vollkommen resorbiert, die Stickstoffabgabe gegen den Tag zuvor um mehr als die Hälfte eingeschränkt und der RQ. bezeugt eine nachhaltige Kohlehydratverbrennung. Die Erklärung für die trotzdem auch hier ganz unbeträchtliche Glykogenablagerung dürfte wohl darin zu suchen sein, dass sich das Versuchstier, wie aus den Anfangswerten des RQ. und der hohen N-Zahl des Harns vor der Zuckerfütterung hervorgeht, in einem vorgeschrittenen Hungerstadium, unter lebhafter Eiweissverbrennung befindet, eine Erklärung, die von späteren Versuchen, die das positive Gegenstück zu diesem bilden, bestätigt werden wird.

In Bezug auf den Zuckergehalt des Harns darf auf p. 30 Versuch V des 1. Teiles verwiesen werden.

Versuch V. Kaninchen von 2122 g am 8. Nov. 1898 auf Hunger gesetzt. Am 15. November, Gewicht 1744 g. Stoffwechselversuch Tabelle XVI. (Galaktose-Versuch).

Tabelle XVI.

Datum	Versuchszeiten	GV	H_2O	CO_2	O_2	in 1 Stde. CO_2	in 1 Stde. O_2	RQ	Bemerkungen
14. XI. 98	9h 58—11h 58 V	3,15	3,18	2,92	2,95	1,46	1,47	0,72	Vorversuche.
	4h 19— 6h 19 N	3,92	3,87	1,76	1,71	0,88	0,85	0,75	Vorversuche.
15. XI. 98	9h 46—11h 46 V	3,13	3,11	2,30	2,28	1,15	1,14	0,72	
	12h 17— 2h 17 N	3,28	3,05	2,66	2,43	1,33	1,21	0,79	Um 12 Uhr erhält das Tier 20 gr Galaktose per os.
	2h 38— 4h 38 „	2,69	2,35	2,72	2,38	1,36	1,19	0,83	
	5h — 7h „	2,67	2,42	2,53	2,28	1,26	1,14	0,79	
	7h 32— 9h 32 „	2,56	2,15	2,63	2,22	1,31	1,11	0,86	

Die Zahlen des Harnstickstoffes sind:

12/13. November 827 mg N
13/14. „ 806 „ „
14/15. „ 773 „ „

In den 10 Stunden seit der Galaktose-Darreichung 243 mg N; berechnet auf 24 Stunden 554 mg N).

Die 10 Stunden nach der Galaktosegabe am siebenten Hungertag entnommene, 57 g schwere Leber enthielt 3,35 g Glykogen.

Polaristrobometerbestimmung: im Magendarmkanal: 6 g Zucker.
im Harn: Spuren.

Der niedere RQ. in den am nüchternen Tier angestellten Stoffwechselversuchen, sowohl als die niederen N-Zahlen zeigen, dass das Tier dieses Versuches in einer ganz anderen Verfassung war, als das des vorangehenden Versuches. Es wurden auch noch nennenswerte Mengen Fett bei der Sektion in seinem Körper ge-

funden. Das Tier hatte noch eine andere Quelle von Heizmaterial, welche bei dem des Versuch IV versiegt war. Offenbar deswegen lagen hier die Bedingungen für die Aufspeicherung des Glykogens günstiger. Würdigt man die oft diskutierte Möglichkeit, dass das vorgefundene Glykogen von dem in der gleichen Zeit zerfallenen Eiweiss herstamme, und sucht nach Cremers Vorgang den Quotienten $\frac{\text{Glykogen}}{\text{Harnstickstoff}}$, so übertrifft er hier das von Cremer geforderte Verhältnis 6 : 1 weit, auch wenn man die noch weiter von Cremer eingeführten Kautelen berücksichtigt[1]). — G : N = 3,36 : 0,243 = 14 : 1.

Aus dem Zuckergehalt des Magendarmkanals geht hervor, dass nach 10 Stunden noch ein nicht geringer Teil des Zuckers unresorbiert geblieben war. Im vorigen Versuch, waren die 20 g Galaktose nach 17 Stunden ganz resorbiert; wenn hier in 10 Stunden 14 g resorbiert wurden, so steht dazu die Resorption von 20 g in 17 Stunden in einem gewissen Verhältnis. Es sei hierzu aus einem Versuche, der durch den spontanen Tod des Tieres vereitelt wurde, erwähnt, dass 24 Stunden nach Eingabe von 30 g Galaktose der Kot nur eine schwache Zuckerreaktion gab.

Versuch VI. Kaninchen von 2720 g am 21. November 1898 auf Hunger gesetzt. Der Versuch beginnt am 1. Dezember, dem 10. Hungertag: Gewicht 2252 g. (Galaktose-Versuch.)

Vorbemerkung: Bei diesem und den folgenden Versuchen konnten Bestimmungen des Gaswechsels nicht ausgeführt werden, da die verwendeten Tiere zu gross für den Respirationskasten waren.

Es wurden 40 g Galaktose in vier Teilen nach einander verfüttert, um die vollständige Resorption zu sichern und das nachteilige Moment auszuschalten, welches in der geringeren Assi-

1) „Das Verhalten einiger Zuckerarten im Organismus.“ Z. f. Biol. 29, 1893, p. 84. Auf Grund derselben stellt Cremer z. B. die ziemlich hohen Glykogenwerte, die Külz und Wright (Z. f. Biol. 27, p. 203), Kausch und Socin (Arch. f. exp. Path. 31, 398) beim Hunde auf Laktose-Darreichung erhielten, bezüglich ihres Ursprungs in Frage.

milationsbereitschaft bei der ersten Gabe, wie sie oben konstatiert wurde, offenbar liegt.

1. Dezember 12h mittags 10 g Galaktose per os
6h abends 10 „ „ „
2. Dezember 10h vorm. 10 „ „ „
2½h nachm. 10 „ „ „
7h abends wird das Tier getötet.

Zahlen des Harnstickstoffes:

30. Nov./1. Dez. 616 mg N
1/2. Dez. 546 „ „ Zuckerreaktion schwach
2. Dez. 12h—7h 67 „ „ „ „
(auf 24h berechnet 231 „ „)

Polaristrobometerbestimmung: im Magendarmkanal fanden sich noch 1,75 g Zucker, die offenbar von der letzten vor 4½ Stunden gereichten Zuckergabe stammten.

Die Sektion ergab, dass das Tier trotz des langen Hungers noch reichlich Fett besass; Nieren- und auch Hautfett waren überraschend erhalten.

Die 80 g schwere Leber enthielt (am 11. Hungertag) 6,68 g Glykogen.

Während der Zeit der Galaktosefütterung wurden ausgeschieden 546 + 67 = 616 mg N, G : N wäre also annähernd 11 : 1.

Das Gegenstück zu diesem Versuch bildet

Versuch VII. Kaninchen von 2830 g am 2. Dezember 1898 auf Hunger gesetzt. Der Versuch beginnt am 9. Dezember, dem siebenten Hungertag, Gewicht 2184 g. (Dextrose-Versuch.)

9. Dezember abends 6h 20 g Dextrose per os
10. „ mittags 12h 20 „ „ „
10. „ abends 6h wird das Tier getötet.

Zahlen des Harnstickstoffes

9/10. Dezember 1134 mg (trotz der Zucker-Zufuhr!)
10. Dez. $12-6^h$ 196 „
(auf 24^h berechnet 784 „)

Polaristrobometerbestimmung: Im Magendarmkanal finden sich 3,5 g Zucker. Die Sektion ergibt, dass das Tier fast völlig fettfrei ist.

Die 57 g schwere Leber enthielt (am achten Hungertag) 4,66 g Glykogen; wenn man den auf die Zeit von $12^h - 6^h$ am 9. Dezember entfallenden N (1/4 von 1134) in Abzug bringt, so ist G : N = 4,66 : 1,046 = 4,4 : 1.

Vergleicht man die beiden Versuche VI und VII, so fällt das Ergebnis auf, dass auf Darreichung des klassischen Glykogenbildners, des Traubenzuckers um 1/3 weniger Glykogen entstand, als dies auf die Darreichung der gleichen Menge Galaktose bei einem ungefähr gleich schwerem Tier der Fall war. Ja, nach den Voraussetzungen Cremers wäre nicht einmal mit Sicherheit zu behaupten, dass die 4,66 g Glykogen, welche die Leber des Tieres am achten Hungertage nach Traubenzuckerdarreichung enthielt, auch aus diesem entstanden wäre, denn der Quotient G : N bei Versuch VII zeigt deutlich, dass das in der in Betracht kommenden Zeit zerfallene Körpereiweiss an und für sich mehr als genügend gewesen wäre, um die Quelle des gefundenen Glykogens zu sein. Bei aller Würdigung der umsichtigen Überlegungen Cremers (l. c.) und zugegeben, dass es theoretisch richtig ist, diese Möglichkeit festzuhalten und sie zum Kriterium der Herkunft des Glykogens zu machen, wird es sich doch fragen, ob ein Gedankengang nicht näher liegt, der sich an die Vergleichung der Versuche VI und VII, aber auch IV und V, anknüpft. In Versuch VI war das Versuchstier trotz der langen Karenz nicht in einem extremen Inanitionszustand; es verlor in neun Tagen ca. 500 g Gewicht und hatte niedere Harn-N-Zahlen; sein resp. Quotient würde um 0,7 gelegen sein, bevor es gefüttert wurde. Das Tier des Versuches VII dagegen verlor in acht Tagen 700 g, hatte hohe Harn-N-Zahlen und würde ohne Zweifel einen resp. Quotient um 0,8 gehabt haben.

Tier VI hatte reichliches Fett, Tier VII fast keines mehr. Mit anderen Worten: Tier VI befand sich trotz des vieltägigen Hungerns noch in einer Verfassung, die in einer gewissen Analogie steht zu derjenigen des normalen, also etwa des Säuglingsorganismus, wenn die Spaltungsprodukte des Milchzuckers in seinem Kreislauf zirkulieren: es ist leicht bewegliches Fett als Oxydationsmaterial noch in einem Masse vorhanden, dass eine Aufspeicherung von Kohlehydrat im Körper, — gleichgültig zunächst aus welchem Monosaccharid — statthaben kann. Fehlt dieses Fett, und wird der ganze Aufwand für die Erhaltung des Organismus und seiner Funktionen schon aus dem Eiweiss allein bestritten, so hat der Körper für das empfangene Kohlehydrat eine eiligere Verwendung und selbst die Glykogenbildung aus Traubenzucker findet nur in eingeschränktem Masse statt. In einem ganz analogen Gegensatz, der durch diese Überlegung sich ebenfalls erklärt, stehen die Versuche IV und V, welche, zwar beide mit Galaktose ausgeführt, an gleich abweichende Bedingungen gleich verschiedene Ergebnisse geknüpft zeigen. Der prinzipielle Unterschied liegt nicht in der Verschiedenheit der dargereichten Monosaccharide, sondern in der verschiedenen Verfassung des Versuchstieres, in dem Grad der Erhaltung der Ökonomie seines Organismus. Damit soll der graduelle Unterschied zwischen Dextrose und Galaktose in ihrer Eigenschaft als Glykogenbildner, welcher für C. Voit der Ausgangspunkt seiner interessanten Folgerungen gewesen ist, gewiss nicht geläugnet werden, und man wird wohl annehmen müssen, dass die Glykogenzahl im Versuch VI noch grösser ausgefallen wäre, wenn in diesem, dem günstiger liegenden Falle, Traubenzucker gereicht worden wäre, anstatt der Galaktose, die sich hier in kaum bestreitbarer Weise als Glykogenbildner bestätigt hat.

Versuche VIII und IX.

Vorbemerkung: Man ersieht aus den mitgeteilten Versuchen, wie verschieden die Tiere, auch wenn sie ungefähr gleich schwer und sonst ähnlich sind, den Hunger ertragen, und wie wenig sicher man daher von vornherein ist, dieselben dann noch in der

besprochenen, für den Ansatz von Glykogen günstigen Verfassung zu finden, wenn sie lange genug gehungert haben, um die Annahme zu gestatten, dass das Glykogen aus Leber und Muskulatur (aus der es in jene überwandern könnte) bis auf Spuren verschwunden sei. Um nun Versuchstiere mit grösserer Sicherheit noch im Besitz eines namhaften Fettbestandes beim Beginn des Versuches anzutreffen, wurde das folgende abgekürzte Verfahren eingeschlagen.

Unter Gürbers Leitung hat O. Kissel[1]) nachgewiesen, dass 1. Glykogen durch Sublimateinwirkung zum Schwinden gebracht wird; 2. dass das Glycerin lähmend wirkt auf die Fermentation in der Leber[2]) bei Sublimat-Intoxikation, dadurch den Glykogenschwund hemmt, ohne aber neues Glykogen zum Ansatz zu bringen.

Es wurden also den beiden Kaninchen dieser Versuche je 0,004 g Sublimat in die freigelegte Halsvene gebracht, man lies die nachfolgende Nephritis und Glykosurie ablaufen und gab dann die Galaktose mit Zusatz von Glycerin schon am vierten Tage der Karenz.

Versuch VIII. (Galaktoseversuch.)

Kaninchen von 3105 g Gewicht wird am 7. Dezember 1898 mit Sublimat vergiftet und auf Hunger gesetzt.

8. Dezember Eiweiss und Zucker in mässigen Mengen im Harn. Durchfall.

9. Dezember Eiweiss und Zucker reichlich im Harn.

10. Dezember 12^h mittags Harn vom 9/10. Dez. N = 941 mg in dieser bei einem so grossen und sein Gewicht so rasch einbüssenden Tier auffallend niedrigen N-Zahl dokumentiert sich noch die Quecksilberwirkung, die man schon am folgenden Tage zurücktreten sieht.

Eiweiss: geringe Reaktion.
Zucker: keine Reaktion.
Körpergewicht: 2464 g

[1]) „Untersuchungen über den Glykogenumsatz in der Kaninchenleber." Diss. Würzburg 1894.

[2]) Einen ähnlichen hemmenden Einfluss konstatierte Bial (l. c. p. 153) vom Glycerin auf die diastatische Wirkung des Blutserums.

11. Dezember 12^h mittags: Harn von 10/11. Dezember
N = 1372 mg.
Eiweiss: Spuren.
Zucker: keine Reaktion.
Körpergewicht: 2265 g
Das Tier erhält 24 g Galaktose + 10 ccm. Glycerin per os.
8^h Abends: Harn von 8 Stunden N = 460 mg.
Eiweiss: keine Reaktion.
Zucker: laut Polaristrobometerbestimmung 1 g.

Das Tier wird getötet und zeigt reichliches Fett.

Im Magendarmkanal finden sich noch 1,5 g Zucker.

Die 108 g schwere Leber enthielt 6,07 g Glykogen. G : N = 13 : 1.

Versuch IX. (Galaktoseversuch.)

Kaninchen von 3215 g Gewicht wird am 14. Dezember 1898 mit Sublimat vergiftet.

15. Dezember Harn:
Eiweiss, Zucker } sehr reichlich.

16. Dezember Harn: ebenso.

17. Dezember Harn vom 16/17. Dez. N = 1362 mg.
Eiweiss: wenig.
Zucker: Spuren.

18. Dezember Mittags 12^h Harn 17/18. Dez. N = 1764 mg
Eiweiss: Spuren.
Zucker: keine Reaktion.
Körpergewicht: 2710 g.
Das Tier erhält 24 g Galaktose + 10 g Glycerin per os.
Durchfälle.
Abends 8^h Harn von 8 Stunden. N = 73 mg.

Das Tier wird getötet. Es hat noch einiges Fett, sieht aber sonst lange nicht so gut aus, wie das Tier VIII.

Im Stuhl und dem Dekokt des Magendarmkanals finden sich noch 5 g Zucker vor.

Die 92 g schwere Leber enthält 4,61 g Glykogen.

Zu dieser Glykogenmenge steht der in der entsprechenden Zeit abgeschiedene Harnstickstoff (73 mg) in gar keinem Verhältniss. Der Quotient würde 63 : 1 lauten. Und da drängt sich wieder die Frage auf, ob beide denn in einer Abhängigkeit von einander sein müssen und ob nicht die Ablagerung von Glykogen überhaupt in letzter Linie an Bedingungen geknüpft ist, die in der Konstitution des betr. Tierkörpers begründet sind.

Dass z. B. die Bildung des Zuckers im Körper des Diabetikers unter Umständen ganz ausserhalb einer Proportion zum gleichzeitig zerfallenen Körpereiweiss stehen kann, beweist eine Beobachtung Th. Rumpfs[1]). Sein Patient schied bei strengster Diät in 15 Tagen 99 g Stickstoff und zu gleicher Zeit 1170 g Zucker aus. Selbst wenn die unumgängliche Menge Kohlehydrat, die der Kranke in Gestalt von etwas Sahne und Gemüse erhielt, 10 g pro die darstellt, so müsste in diesem Falle hier aus einer 1 g N entsprechenden Eiweissmenge 10 g Zucker entstanden sein, was selbst die höchste theoretische, von v. Mering berechnete Möglichkeit „1 : 8“ noch wesentlich hinter sich lässt.

Es sollte übrigens diese Frage, die im vorliegenden Zusammenhang ja auftauchen musste, nur gestreift werden, und jetzt im allgemeinen noch einmal daran erinnert werden, woran sich nach dem Mitgeteilten die günstigen Bedingungen für eine reichliche Ablagerung von Glykogen nach Darreichung von Zuckern, speziell des Milchzuckers, resp. seiner Spaltungsprodukte knüpfen. Wenn man viele normal gefütterte Tiere auf den Glykogengehalt ihrer Leber untersucht, so erhält man die buntesten Resultate. Külz z. B. untersuchte die Leber vieler reichlich gefütterter Tauben und fand den Glykogengehalt schwankend zwischen 1 und 9%. Ähnliches kann man beim Kaninchen und Hunde sehen. Die Leberfunktion antwortet eben niemals auf irgend eine Zuckerdar-

1) Th. Rumpf „Über Eiweissumsatz und Zuckerbildung bei Diab. mellitus“. Berl. Klin. Wochenschr. 1899, Nr. 9.

bietung im Kreislauf in quantitativer, schematischer Weise, sondern immer nach Massgabe einer Gruppe von konkurrierenden Einflüssen, nach Massgabe des augenblicklichen Typus, der augenblicklichen Beanspruchung des Gesamtstoffwechsels. Davon hängt es ab, wie gross der Teil des zugeführten Zuckers ist, der im Körper zur Erhaltung seines Wärmehaushaltes verschwindet, ohne dass man ihn in Leber, Harn und Darmkanal wiederfinden kann — und das ist, wie alle mitgeteilten Versuche zeigen, immer der grössere Teil, — oder ob ein erheblicher Bruchteil davon in der Leber als Glykogen zurückgelegt werden kann.

III. Schlusswort.

Die Ergebnisse dieser Abhandlung mögen in folgenden Sätzen kurz zusammengefasst sein:

1. Der Milchzucker wird im Organismus des Kaninchens verwertet, wie andere Nahrungszucker; es besteht nur eine relative Verschiedenheit in der Art, wie der Stoffwechsel auf diese und jenen reagiert.

2. Der Milchzucker wird demnach gespalten, da er ungespalten vom Körper wieder eliminiert wird. Ort der Spaltung ist ohne Zweifel die Darmwand.

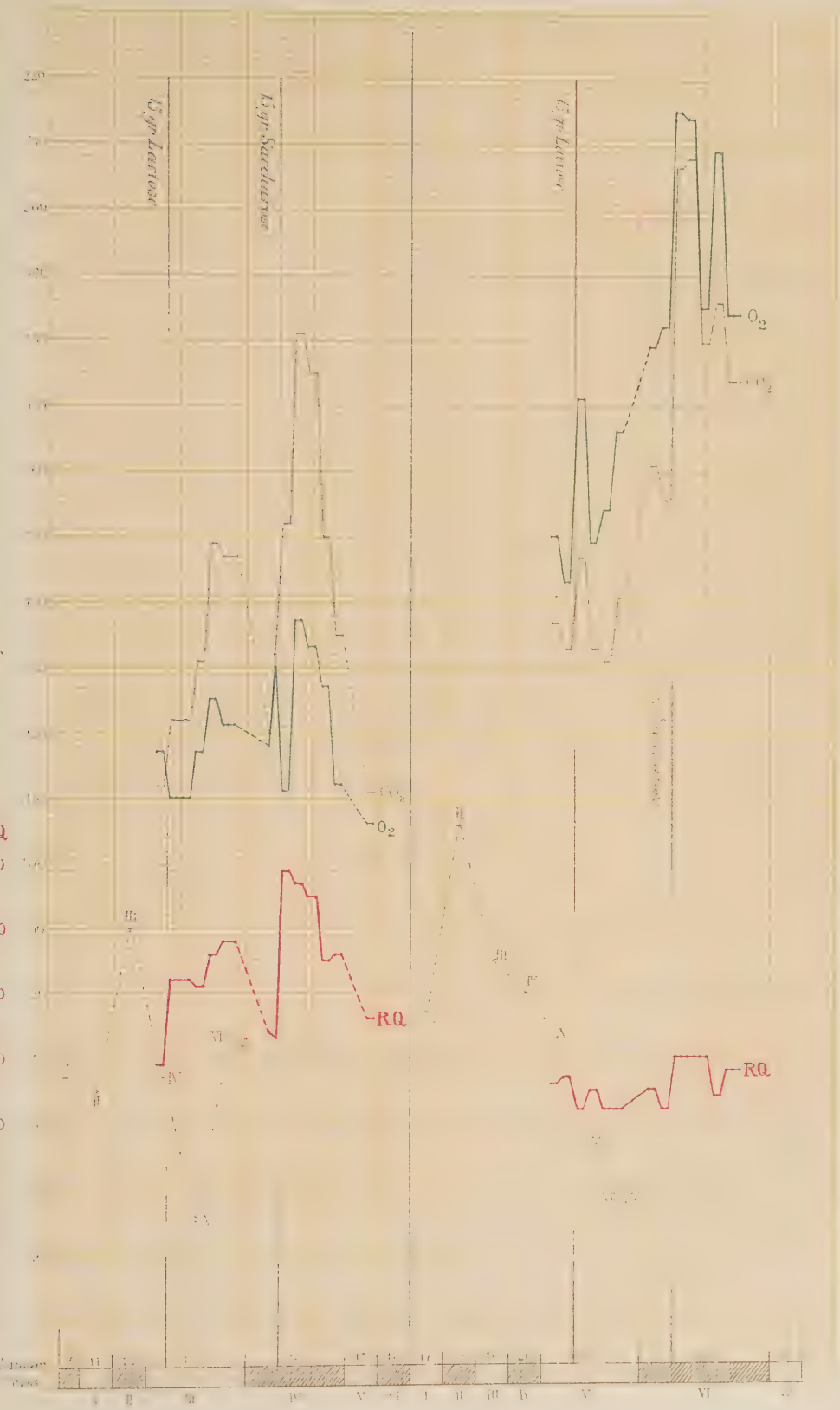
3. Von seinen Spaltungsprodukten gibt die Galaktose ebenfalls Anlass zu reichlicher Glykogenablagerung, doch setzt diese der Leberfunktion vermöge ihrer molekularen Konfiguration eine Schwierigkeit entgegen, welche bei dem anderen Spaltungsprodukt, dem Traubenzucker, wegfällt.

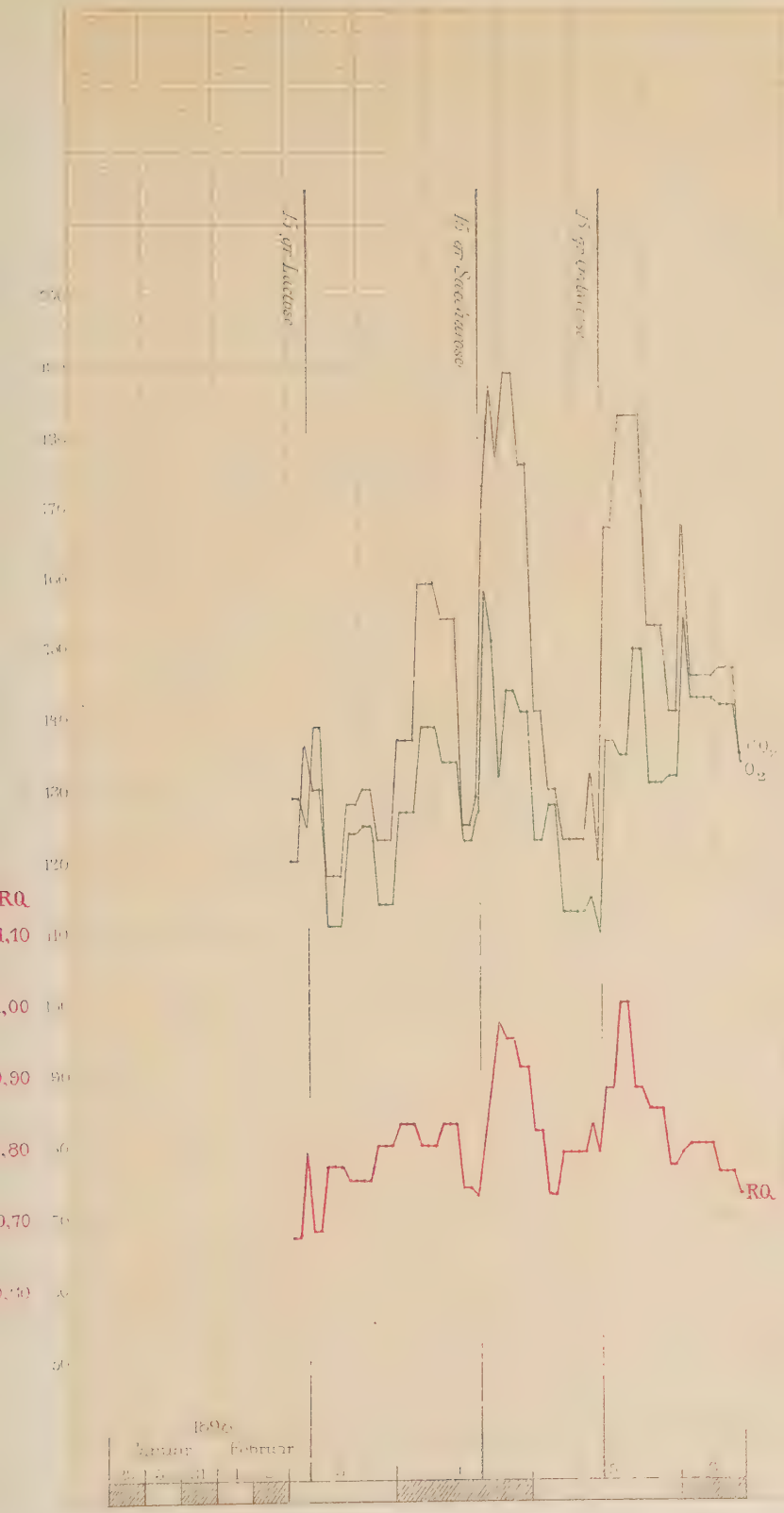
4. Die Aufspeicherung von Glykogen, einerlei aus welchem Monosaccharid, ist abhängig von dem Gesamtzustand des Körpers, besonders von der Erhaltung und Disponibilität des Körperfettes.

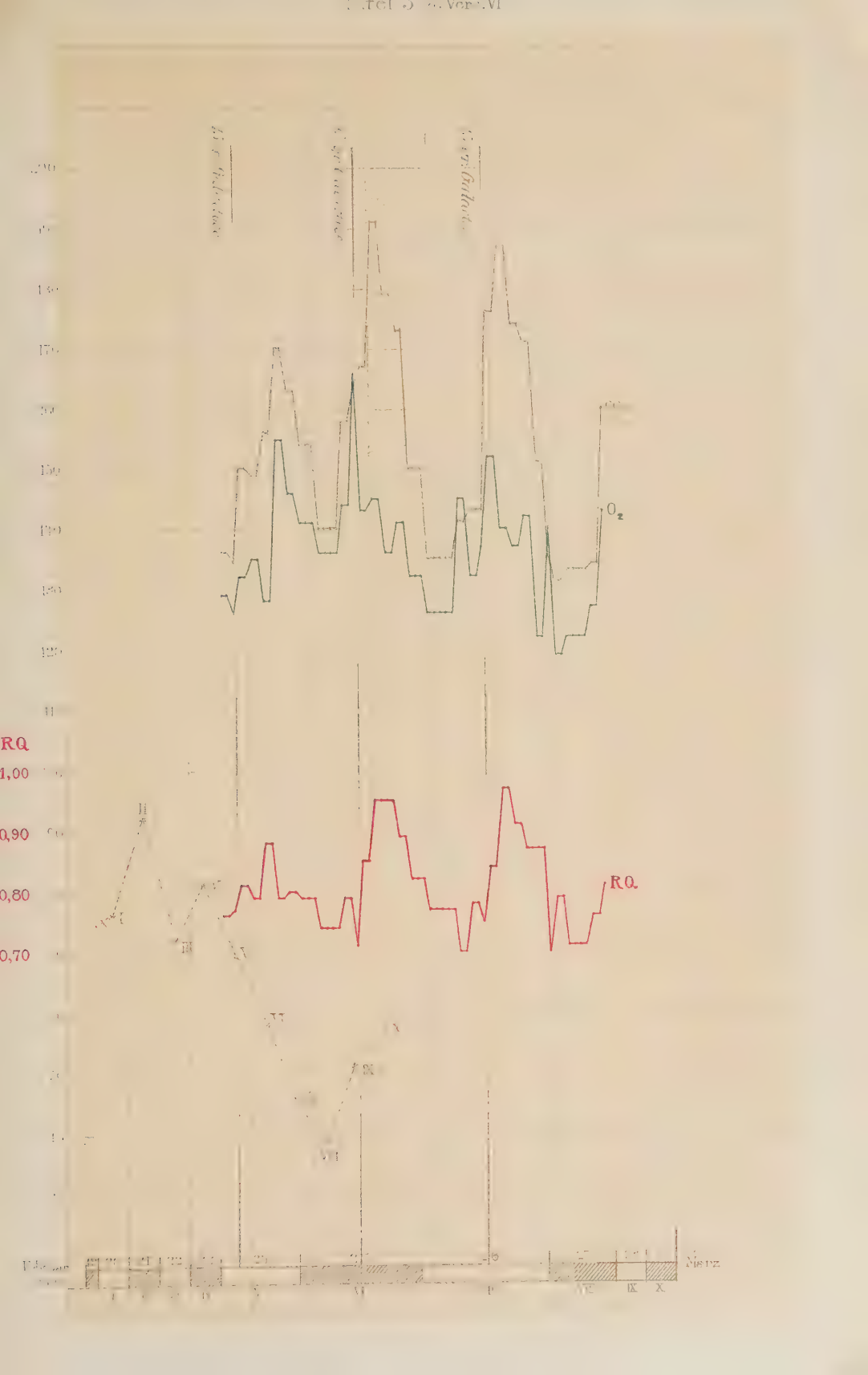
5. Eiweisszerfall und Glykogenbildung stehen in keiner notwendigen Beziehung zu einander.

Die vorliegenden Untersuchungen sind mit gütiger Erlaubnis des Herrn Geheimen Rat Fick im physiologischen Institut in Würzburg angestellt worden; Verfasser hatte sich bei demselben der Hilfe des Leiters der physiolog.-chemischen Abteilung Dr. phil. et med. A. Gürber in reichem Masse zu erfreuen und möchte dem Danke, den er ihm schuldet, hiermit herzlichen Ausdruck geben.

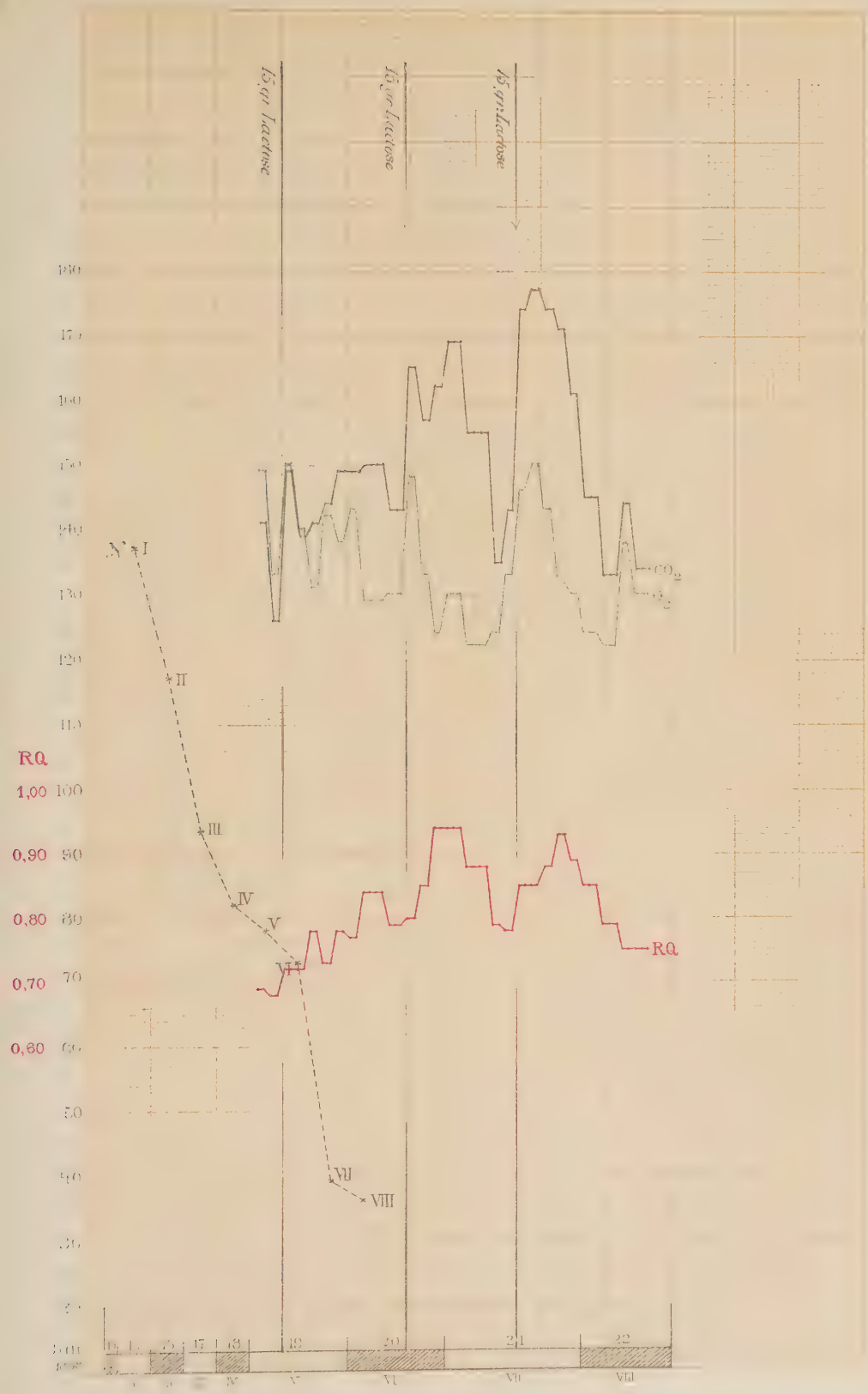
Tafel 1 zu Vers I u II.

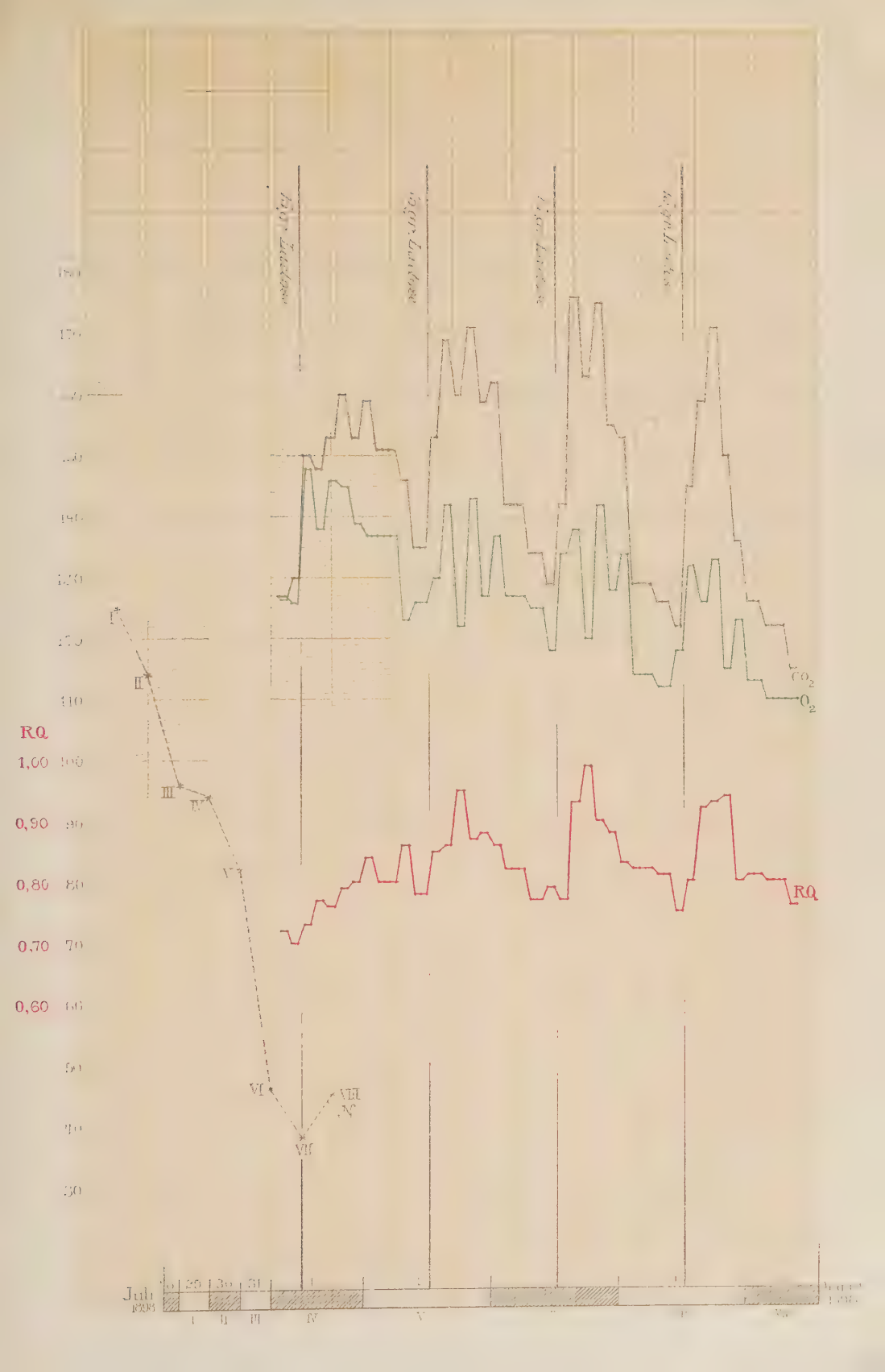



15 gr Lactose
15 gr Saccharose
15 gr Dextrose
O_2
RQ
RQ
1,10
1,00
0,90
0,80
0,70
1902
Januar
Februar


RQ
1,00
0,90
0,80
0,70
RQ.

15 gr Dextrose
15 gr Dextrose
15 gr Dextrose
CO_2
O_2
RQ
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
März
1898


15 gr lactose
15 gr lactose
15 gr lactose
CO2
O2
RQ
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
1,00
0,90
0,80
0,70
0,60



RQ
1,00
0,90
0,80
0,70
0,60
110
100
90
80
70
60
50
40
30
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
CO_2
O_2
RQ
Juli
1898
25
30
31
I
II
III
IV
V

210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
RQ
1,00 100
0,90 90
0,80 80
0,70 70
60
50
15 gr. Lactose
15 gr. Lactose
II
I
III
IV
RQ
CO_2
O_2
27
28
29
30
August
1898
I
II
III